

Julia Hunsche Weinschenck

**ESTUDO DA FLEXIBILIDADE COMO MECANISMO PARA A
PERSONALIZAÇÃO DE CASAS PRÉ-FABRICADAS: UMA ABORDAGEM
VOLTADA PARA A INDUSTRIALIZAÇÃO DE CASAS DE MADEIRA.**

Dissertação submetida ao Programa
de Pós – Graduação em Arquitetura e
Urbanismo da Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do
grau de Mestre em Arquitetura.

Orientador: Prof. Dra. Ângela do Valle

Florianópolis

2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Weinschenck, Julia Hunsche

Estudo da flexibilidade como mecanismo para a
personalização de casas pré-fabricadas [dissertação] : uma
abordagem voltada para industrialização de casas de madeira
/ Julia Hunsche Weinschenck ; orientadora, Ângela do
Valle - Florianópolis, SC, 2012.
146 p. ; 21cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo.

Inclui referências

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. industrialização da
habitação. 3. flexibilidade de projetos. 4. personalização
do espaço pelo usuário. 5. madeira. I. do Valle, Ângela .
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Julia Hunsche Weinschenck

**ESTUDO DA FLEXIBILIDADE COMO MECANISMO PARA A
PERSONALIZAÇÃO DE CASAS PRÉ-FABRICADAS: UMA ABORDAGEM
VOLTADA PARA A INDUSTRIALIZAÇÃO DE CASAS DE MADEIRA.**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Arquitetura, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós – Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 31 de agosto de 2012.

Prof. Dr. Ayrton Portilho Bueno
Coordenador do programa

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Ângela do Valle
Orientadora

Prof. Dra. Maristela Moraes de Almeida
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dra. Carolina Palermo
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Douglas Queiroz Brandão
Universidade Federal de Mato Grosso

Dedico este trabalho aos que estiveram próximos de mim nesta rica, intensa e movimentada caminhada. Em especial à minha mãe. Muito obrigada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Prof. Dra. Ângela do Valle pela orientação, lançando-se comigo em uma pesquisa já em andamento, buscando sempre me apoiar e dar opiniões norteadoras que muito me orientaram para chegar ao final deste trabalho.

Ao prof. Dr. Carlos Alberto Szücs pelo período inicial de orientação e a participação na banca da minha qualificação.

Muito obrigado a Prof. Dra. Maristela Moraes de Almeida pelos ensinamentos durante a disciplina lecionada, pelo conhecimento e admirável visão sobre arquitetura, assim como a importantíssima participação nas minhas bancas de qualificação e defesa de mestrado.

Ao prof. Prof. Dr. Douglas Queiroz Brandão e a Prof. Dra. Carolina Palermo pela disposição e participação na banca da defesa da minha dissertação considerando aspectos importantes do trabalho.

A minha família, em especial aos meus pais, pela paciência, amor, apoio e incentivo durante esse período intenso.

A todos que me apoiaram de alguma forma, cientes ou não de sua importante contribuição.

“Mais indesejáveis são estas casas que a imaginação está tão controlada que não há possibilidade de que seus moradores introduzam mudanças ao longo dos anos e até mesmo no decorrer de suas vidas cotidianas. Essas casas são um fracasso, e o mesmo cabe falar das que não oferecem sugestões a nossos sonhos, empobrecendo a vida” (MOORE; ALLEN; LYNDON, 1974).

RESUMO

Esta pesquisa de mestrado busca proporcionar uma reflexão em torno da tendência da industrialização da habitação contrapondo-se com a necessidade de humanizar este processo. Aparentemente, a necessidade da personalização e exclusividade vai em sentido contrário à produção industrial da habitação. Como encontrar o equilíbrio neste processo, mantendo os benefícios presentes na produção seriada e confrontando-se com as aspirações dos usuários, foi o desafio proposto. A investigação procura identificar na literatura existente, complementada com uma coleta de dados ilustrativa, a participação do usuário na prática da personalização de uma casa pré-fabricada e busca analisar e recomendar quais seriam as estratégias que uma empresa pode adotar para ofertar esta integração. Resgata a história da pré-fabricação de casas, assim como apresenta o atual cenário promissor em torno desta produção, fazendo um panorama da industrialização da arquitetura e da demanda atual por um produto exclusivo. Sendo a flexibilidade tratada como principal ferramenta para proporcionar a participação do usuário em um projeto – assim como durante a utilização de um espaço – a investigação revisa conceitos, pesquisas recentes e maneiras de aplicação prática da flexibilidade. O trabalho dá uma atenção substancial à industrialização de casas de madeira. Considerados muito adequados para o cenário atual, os sistemas construtivos leves em madeira possuem atributos relacionados à sustentabilidade; se adaptam às condições brasileiras; são simples, flexíveis e racionais, além de possuir uma longa história de prática em outros países. O método baseia-se, sobretudo, em revisões bibliográficas e exemplos ilustrativos. A investigação comparativa em torno de exemplos reais do exercício de personalização buscou servir para exemplificar a prática de conceitos teóricos. A interface entre a empresa e o usuário foi fonte de observações que, posteriormente, tornaram-se recomendações às indústrias de casas pré-fabricadas, a fim de chegar a um produto mais atrativo e adaptável ao usuário e, neste caminho, ampliar o estudo da pré-fabricação no Brasil.

Palavras-chave: industrialização, habitação, personalização, flexibilidade, usuário, madeira.

ABSTRACT

This research aims to provide a reflection around the tendency of industrialization of housing contrasting with the need to humanize this process. Apparently, the need for customization and exclusivity goes in the opposite direction to the industrial production of housing. How to find balance in this process, keeping the benefits found in serial production, confronting with the aspirations of users, the challenge has been proposed. The research seeks to identify the existing theory, supplemented by an illustrative data collection, user participation in the process of customizing a prefab home and seeks to analyze and recommend what are the strategies that a company can - and should - adopt to offer this integration. It traces the history of prefabricated houses, and presents the current promising scenario around this production, presenting an overview of the industrialization of architecture and the demand for a unique product. Being treated the flexibility as the main tool to provide the user's participation in a project - as well as during the life of a space - research reviews concepts, current research and ways of practical application flexibility. The work gives a substantial attention to the constructive system platform (wood-frame) and encourages its practice since this is considered the system that fits the world present scenario: has attributes related to sustainability that no other form of building can offer; fits perfectly Brazilian conditions, the system is a light, simple and flexible and also has a long history of practice in other countries. The lack of knowledge about this system, as well as pre-concepts related to wooden buildings in Brazil encouraged its characterization in this work. The method is based above all things in reviews and illustrative examples. The comparative research around real examples of the exercise of customization sought to serve to exemplify the practice of theoretical concepts. The interface between the company and the user was a source of observations, which later become recommendations to the industry in prefabricated houses in order to arrive at a product more attractive and adaptable to the user and in this way, further the study of pre-fabricated houses in Brazil.

Keywords: industrialization; housing; customization; flexibility; user; wood.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 e 2 - Chalé colonial portátil	40
Figura 3 - Catálogo da Sears, Roebuck & Co.: capa e exemplo de opções de casas	41
Figura 4 e 5 - Sistema <i>Dom-ino</i> e Maison Citrohan	42
Figura 6 e 7 - Habitação em Dessau e estudo do sistema construtivo	43
Figura 8 - Casa pré-fabricada	44
Figuras 9 e 10 - <i>Packaged house</i> : Waschsmann e Gropius e capa do catálogo de casas (1942)	45
Figura 11 - Case Study House – casa Charles e Ray Eames	46
Figura 12 - Case Study House – casa Craig Ellwood	47
Figura 13 - Case Study House – casa Pierre Koenig	47
Figura 14 - Case Study House – casa Richard Neutra	47
Figura 15 e 16 - Detalhe construtivo do sistema balão e imagem de uma parede sendo levantada	50
Figura 17 - Esquema do sistema plataforma em madeira	52
Figura 18 – Imagem ilustrativa apresentada pela empresa TecVerde	53
Figura 19 – Seqüência construtiva do sistema plataforma	55
Figura 20 e 21 - Library Square – British Columbia – Canadá 2009: em fase de construção e o projeto final	55
Figura 22 - Etapas de execução do Protótipo Stella-UFSC	57
Figura 23 - Execução de obras residenciais em <i>Steel-frame</i>	60
Figura 24 - Seqüência da execução de casa em <i>steel-frame</i> pela empresa Marmol Radnizer (EUA)	61
Figura 25 e 26 – Módulo sendo transportado e instalado no terreno	63
Figura 27 – Nível 1 (casa modular), nível 2 (casa em painéis), nível 3 (casa em Kits)	64
Figura 28 e 29 – Casa pré-fabricada móvel: transporte e casa instalada	64
Figura 30 - Publicações recentes sobre pré-fabricação	65
Figura 31 - Cellophane House / MOMA-2008	66
Figura 32 - Casas pré-fabricadas IKEA / BoKlok	67

Figura 33 - Casa Núcleo / Mies van der Rohe	74
Figura 34 - Planta do edifício Lake Shore Drive	75
Figura 35 – Exemplo de casa TREEHOUSE	88
Figura 36 e 37 - T1 a; T1 b – opções de layouts e estudo volumétrico / TREEHOUSE	89
Figura 38 e 39 - T2 a; T2 b – opções de layouts e estudo volumétrico/ TREEHOUSE	90
Figura 40 e 41 - T3 a; T3 b – opções de layouts e estudo volumétrico/ TREEHOUSE	90
Figura 42 - T4 a; T4 b – opções de layouts/ TREEHOUSE	90
Figura 43 - Sistema de customização da casa/ TREEHOUSE	92
Figura 44 - Sistema de customização da casa / TREEHOUSE	92
Figura 45 – Acabamentos internos / TREE HOUSE	93
Figura 46 - Breezeshouse – vistas / BLUHOMES	95
Figura 47 - Breezeshouse – opção de layout / BLUHOMES	96
Figura 48 - Projetos casas / BLUHOMES	96
Figura 49 - Instalação de uma casa BLUHOMES	97
Figura 50 - Imagem de escolha de programas – plantas / BLUHOMES	98
Figura 51 - Imagem de corte longitudinal / BLUHOMES	99
Figura 52 - Imagem de corte transversal / BLUHOMES	99
Figura 53 - Imagem da configuração de acabamentos / BLUHOMES	100
Figura 54 - Série M / METHODHOMES	102
Figura 55 - Projeto Cabin / METHODHOMES	102
Figura 56 - Projeto Balance / METHODHOMES	103
Figura 57 - Série Options / METHODHOMES	103
Figura 58 - Série Options / METHODHOMES	104
Figura 59 - Elemental – Pivot /METHODHOMES	104
Figura 60 - Elemental – Shift / METHODHOMES	105

Figura 61 - Elemental 1 – volume e planta baixa / METHODHOMES	105
Figura 62 - Elemental 2 – volume e planta baixa / METHODHOMES	105
Figura 63 - Elemental 3 – volume e planta baixa / METHODHOMES	105
Figura 64 - Elemental 4 – volume e planta baixa / METHODHOMES	105
Figura 65 - C6 / LIVINGHOMES	108
Figura 66 - RK1 / LIVINGHOMES	108
Figura 67 - RK2 / LIVINGHOMES	108
Figura 68 - RK4 / LIVINGHOMES	109
Figura 69 - RK5 / LIVINGHOMES	109
Figura 70 - RK6 / LIVINGHOMES	109
Figura 71 - RK6.2 / LIVINGHOMES	109
Figura 72 - K1.1 / LIVINGHOMES	110
Figura 73 - K1.5 – 2 / LIVINGHOMES	110
Figura 74 - Sistema de customização / LIVING HOMES	111
Figura 75 - Sistema de customização / LIVING HOMES	112
Figura 76 - Casa slim / TECVERDE	114
Figura 77 - Casa Slim / TECVERDE	114
Figura 78 - Casa slim / TECVERDE	114
Figura 79 - Casa Slim / TECVERDE	114
Figura 80 - Casa Space / TECVERDE	115
Figura 81 - Casa Space / TECVERDE	115
Figura 82 - Casa Space / TECVERDE	115
Figura 83 - Casa Sunrise / TECVERDE	116
Figura 84 - Casa Sunrise / TECVERDE	116
Figura 85 - Casa Sunrise / TECVERDE	116
Figura 86 - Casa Sunrise / TECVERDE	117
Figura 87 - Casa Sunset / TECVERDE	117
Figura 88 - Casa Sunset / TECVERDE	117
Figura 89 - Casa Summer / TECVERDE	118
Figura 90 - Casa Summer / TECVERDE	118
Figura 91 - Casa Summer / TECVERDE	118
Figura 92 - Ferramenta de customização / TECVERDE	120
Figura 93 - Ferramenta de customização / TECVERDE	121
Figura 94 - Possibilidades de acabamentos externos em <i>wood-frame</i>	137

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Princípios de flexibilidade x prática da empresa	127
Quadro 2 – Nível de pré-fabricação das empresas	128
Quadro 3 – Relação das recomendações – parte 1	141
Quadro 4 – Relação das recomendações – parte 2	142

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01: INTRODUÇÃO	23
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	23
1.2 OBJETIVOS	26
1.2.1 Objetivo geral	26
1.2.2 Objetivos específicos	26
1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TEMA	26
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	28
CAPÍTULO 02: INDUSTRIALIZAÇÃO DA ARQUITETURA	33
2.1 INDUSTRIALIZAÇÃO E PRÉ-FABRICAÇÃO DE CASAS	33
2.2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS LEVES PARA A PRÉ-FABRICAÇÃO DE CASAS	48
2.2.1 Sistemas construtivos leves em madeira (<i>wood-frame</i>)	49
2.2.1.1 Caracterização do sistema plataforma em madeira	52
2.2.2 Sistema construtivo leve em aço (<i>steel-frame</i>)	58
2.2.3 Níveis de industrialização de casas pré-fabricadas	62
CAPÍTULO 03: A PERSONALIZAÇÃO ATRAVÉS DA FLEXIBILIDADE	69
3.1 DA CONSTRUÇÃO MASSIFICADA À DEMANDA POR PERSONALIZAÇÃO	69
3.2 FLEXIBILIDADE NA ARQUITETURA	72
3.3 SIGNIFICADOS E DEMANDA PELA PERSONALIZAÇÃO DA HABITAÇÃO: a relação do usuário com o ambiente construído	81
CAPÍTULO 04: COLETA E ANÁLISE DE DADOS: ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO COMPARATIVO	87
4.1 Empresa 01 – TREE HOUSE	87
4.2 Empresa 02 – BLU HOMES	94
4.3 Empresa 03 – METHOD HOMES	101
4.4 Empresa 04 – LIVING HOMES	107
4.5 Empresa 05 – TEC VERDE	113
4.6 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EMPRESAS	122

CAPITULO 05: CONCLUSÃO	131
5.1 PRINCÍPIOS DE FLEXIBILIDADE NO PROCESSO DE PERSONALIZAÇÃO DE CASAS PRÉ-FABRICADAS	131
CAPITULO 06: CONSIDERAÇÕES FINAIS	145
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149

CAPITULO 01: INTRODUÇÃO

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

O Brasil está vivendo um crescimento histórico percebido pela maior distribuição de renda, acesso a crédito e incentivos à indústria. A construção civil acompanha este crescimento, recebendo grandes investimentos na infraestrutura do setor. A construção de moradias também dá provas de um crescimento acelerado e a tendência será manter este ritmo nos próximos anos. Um dos maiores motivos para a expansão dos recursos direcionados a esse setor está na facilidade de crédito. A expectativa de expansão do setor da construção é alta, e este deve se preparar para suprir a alta demanda (REVISTA DA MADEIRA, 2011).

Terezo (2011) afirma que a construção civil é responsável, desde 2001, por mais de 15% do PIB (Produto Interno Bruto) do país. Os setores de edificações e construções pesadas respondem por cerca de 10% do PIB e, dentro desse, estima-se que a construção de edificações residenciais represente um montante entre 6% e 9%. Uma das maneiras para acompanhar esse crescimento acelerado está no investimento em processos construtivos industriais. A tendência é que o mercado consuma cada vez mais mercadorias com alto grau de industrialização e pré-fabricação. Isto se deve a fatores como falta de mão de obra treinada, maior controle de qualidade e garantia do serviço, bem como os prazos mais curtos de execução de obras, esclarece Terezo (2011).

A racionalização da construção é obtida através do uso de componentes pré-fabricados em um sistema construtivo que integra projeto, fabricação, montagem e responsabilidade técnica do fabricante quanto ao desempenho e durabilidade da edificação. Trata-se de sistemas modulares e compatíveis, obtendo melhor aproveitamento dos materiais, eliminação de desperdícios, redução de perdas, execução ágil e precisa. Para tanto, faz-se necessária a compatibilização do projeto de arquitetura com o projeto de produção para a correta montagem dos componentes (BARTH; VEFAGO, 2007).

No Brasil, de forma geral, as tecnologias adotadas para construção de residências são as convencionais, não considerando

outras possibilidades construtivas do contexto de implantação, como é o caso de sistemas construtivos pré-fabricados.

Diante da tendência para a industrialização e atuais paradigmas ambientais, a utilização da madeira proveniente de floresta plantada para construção torna-se uma alternativa eficiente e ecológica, sendo implantada com sucesso em diversas regiões do mundo.

Dentro dos sistemas construtivos ideais para industrialização, destacam-se os sistemas leves, mais precisamente o sistema plataforma, em madeira (*wood-frame*) e em aço (*steel-frame*).

Sistemas leves agregam diversas vantagens. Por serem leves, os elementos construtivos podem ser facilmente transportados e manuseados no canteiro de obras; a fixação das peças de ossatura em madeira ou aço e das placas de fechamento, feita por meio de pregos e parafusos, é descomplicada; possui flexibilidade construtiva, possibilitando alterações e ampliações na edificação; os painéis de vedação podem ser facilmente repostos. Em razão da produção industrial, há maior uniformidade dimensional nos componentes.

O sistema plataforma em madeira carrega diversas vantagens, especialmente atributos relacionados à sustentabilidade, uma vez que demanda peças com dimensões reduzidas, se adaptando aos padrões da madeira proveniente de florestas plantadas. Prevendo que, em um futuro próximo, a exploração da madeira deva restringir-se às áreas florestais com manejo sustentável, o sistema plataforma se apresenta como uma boa alternativa para construção (SOUZA, 2010).

Mesmo diante dessas características, existem preconceitos culturais relacionados a construções em madeira no Brasil. A forte tradição em construções de alvenaria e as referências negativas de construções existentes de baixa qualidade, assim como a falta de valorização da madeira, como material de construção, nos cursos de arquitetura e engenharia, colaboram para a resistência (SOUZA, 2010).

Muitos dos receios relacionados à pré-fabricação de casas estão vinculados à própria essência de sistemas industriais, isto é, envolvem aspectos de padronização, economia, eficiência, uniformidade de componentes, entre outros. Neste sentido, muitos problemas que acontecem na construção civil podem ser minimizados quando se trata de uma casa pré-fabricada, tais como: maiores custos derivados de desperdícios, retrabalhos, incertezas, carências nas especificações construtivas ou de implementação tecnológica, despesas não previstas,

falta de planejamento, alterações durante a obra, falta de complementaridade entre projetos, entre outros (CASTELLS, 2001).

Krambeck (2006) aponta que existem alternativas que podem minimizar os efeitos da padronização e facilitar a apropriação da habitação sem interferir na qualidade construtiva, sendo uma delas a flexibilidade incorporada ao projeto. Segundo Galfertti (1997 *apud* BRANDÃO, 2006), os projetos devem ser concebidos de modo que as edificações sejam capazes de se adaptar à diversidade e à mudança e também conservar a sua identidade. Para o autor, a flexibilidade incorporada aos projetos é a solução, pois oferece o grau de liberdade que torna possível a diversidade de modos de morar existentes na sociedade atual.

Tramontano (1993) afirma que a flexibilidade dos espaços de morar deverá ter importância cada vez maior na prática de arquitetura. O estilo de vida e os novos formatos dos grupos domésticos modernos, assim como as progressivas transformações do ciclo de vida da família nuclear, estão evoluindo dinamicamente. Investir em projetos adaptáveis aos novos padrões torna-se essencial na discussão sobre o desenho da habitação brasileira de nossa época.

Assim, esta pesquisa analisa as possibilidades de personalização, através de processos de customização de projetos de casas pré-fabricadas prontas. Aborda a necessidade de se investir em projetos que incorporem a flexibilidade como mecanismo que possibilite ao ambiente construído adaptar-se à complexa dinâmica do habitar atual. Para o usuário, na compra de uma casa pré-fabricada, o processo de personalização tem o papel de compensar a inexistência de um projeto individualizado e exclusivo. Em uma casa pré-fabricada pronta, o projeto é elaborado pela equipe de arquitetos da empresa fabricante para um ocupante desconhecido.

Tendo em vista os aspectos acima discutidos, cabe uma pergunta orientadora desta pesquisa: **quais seriam os principais indicadores de flexibilidade recomendáveis para o exercício de personalização de casas pré-fabricadas?**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Contribuir para a discussão da necessidade da incorporação da flexibilidade como estratégia que possibilite a personalização de projetos no processo de comercialização de casas pré-fabricadas, procurando compatibilizar a industrialização da arquitetura residencial às necessidades individuais dos usuários.

1.2.2 Objetivos específicos

- a. Apresentar o processo de industrialização de habitações e a necessidade de personalizar uma casa pré-fabricada;
- b. Analisar a prática da flexibilidade em exemplos reais de processos de personalização de projetos prontos de casas pré-fabricadas;
- c. Relacionar os principais indicadores para o uso da flexibilidade como ferramenta facilitadora no processo de personalização de uma casa pré-fabricada de madeira.

1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Com a desvalorização cultural da madeira e a diminuição de seu uso no Brasil, a sua evolução como sistema construtivo foi mais lenta e menos abrangente comparada com os outros materiais. Ao longo da história, o interesse na madeira como material construtivo foi se perdendo, ocupando um papel secundário na construção, com reputação de material inferior, que fez o seu uso destinado à habitação perder a preferência (VAZ, 2008).

Contudo, a tendência mundial atual para uma construção mais sustentável propicia a ampliação do uso da madeira. Sendo a maioria dos materiais construtivos originários de fontes não renováveis, a madeira proveniente de florestas plantadas mostra-se como uma opção diferenciada devido ao reduzido impacto ambiental que provoca (SOUZA, 2010).

De acordo com Souza (2010), para que a madeira possa ser ainda mais benéfica em termos de sustentabilidade, considerando

também uma sustentabilidade econômica, esta precisa estar associada a métodos de produção industrializados, evitando desperdícios e o alto custo de uma mão de obra artesanal. Segundo Dias, Santos e Szücs (2003), os sistemas construtivos leves, com destaque para o sistema plataforma, apresentam características construtivas que favorecem a industrialização, a padronização e a racionalização da construção, evitando desperdícios no canteiro de obras.

Mesmo secular em diversos países europeus e da América do Norte, o sistema de casas de madeira pré-fabricadas ainda está longe de ser amplamente adotado no Brasil. A baixa demanda por sistemas industriais está, em parte, associada aos primeiros sistemas pré-fabricados, que tinham como prioridade de projeto a funcionalidade técnica, cujo resultado, em grande maioria, foi uma arquitetura pobre e repetitiva. A falta de domínio da tecnologia e a improvisação do setor madeireiro no Brasil colaboraram para a formação da resistência relacionada à pré-fabricação de casas de madeira.

Com o surgimento dos novos paradigmas ambientais, desencadearam-se diversas pesquisas que investem nesta alternativa construtiva e a tendência se mostra favorável à ampliação de uso e abrangência desta tecnologia. Entretanto, as pesquisas estão mais concentradas na habitação com interesse social, que prioriza questões de economia, caracterizadas pelo excesso de padronização. O sistema plataforma mostra-se adequado para todas as classes sociais.

Nos sistemas construtivos leves, a flexibilidade é considerada um dos atributos mais relevantes. Apontada pela facilidade com que uma edificação pode ser reformada e adaptada a novos usos, tendo suas peças reaproveitadas e facilmente transportadas. Em casas pré-fabricadas, a flexibilidade torna-se ainda mais importante, pois emerge como um mecanismo de customização efetivo para que ocorra a personalização do projeto pelo usuário.

Entretanto, a flexibilidade nem sempre está acessível aos usuários durante o processo de escolha e compra da casa, assim como também no decorrer do uso.

Neste sentido, a flexibilidade tem papel importante no processo de adaptação de um projeto, uma vez que o projeto é originalmente padronizado e nem sempre está de acordo com o desejo do futuro morador. Um projeto flexível confere a liberdade de participação do usuário na construção do ambiente, oferecendo possibilidades para

que valores individuais sejam atribuídos, especialmente durante o uso da habitação.

Diante da necessidade de substituir preconceitos, aliada ao momento promissor do setor, investimentos na qualidade da arquitetura de casas pré-fabricadas no Brasil são essenciais. Características como identidade, exclusividade, liberdade e flexibilidade devem ser incorporadas ao projeto. O desafio das empresas de casas pré-fabricadas está em oferecer alternativas viáveis, acessíveis e práticas, sem comprometer o sistema.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fim de alcançar os objetivos já expressos, os procedimentos metodológicos foram baseados, sobretudo, em uma revisão bibliográfica, em exemplos reais e ilustrativos e em uma análise dos dados coletados. O levantamento do estado da arte teve como objetivo traçar um paralelo entre a industrialização da arquitetura, especialmente da habitação, e o papel do usuário que deseja cada vez mais produtos exclusivos. Aprofundou-se em conceitos e aplicações da flexibilidade na habitação. E, para melhor ilustrar e discutir este tema, exemplos reais foram coletados e analisados. Os procedimentos foram divididos em quatro etapas, descritas a seguir:

Primeira etapa: levantamento bibliográfico e documental

Para viabilizar este trabalho, foi necessária uma investigação exploratória, visando proporcionar familiaridade com o tema e com o problema de pesquisa. Para isto, foi feito um levantamento bibliográfico e documental – livros, artigos em periódicos, dissertações, revistas e materiais disponíveis na internet. A partir desse material, foi desenvolvida a fundamentação teórica, base para uma análise crítica sobre os seguintes temas: industrialização da arquitetura; casas pré-fabricadas; sistemas construtivos leves; sistema plataforma; características técnico-construtivas da tecnologia de uso da madeira; relação usuário x ambiente construído; demanda por personalização do espaço construído; conceitos e aplicações da flexibilidade no processo de projeto e no ambiente construído.

Nesse levantamento, buscou-se realizar um resgate da história das casas pré-fabricadas e do processo de industrialização da

arquitetura. Além da reflexão do papel do usuário na participação das escolhas de projeto na arquitetura. Contrapor questões como padronização na produção seriada e a necessidade de produtos individuais foi a intenção ao abordar temas de campos tão diferentes. A reflexão sugerida é a de que temas como industrialização, arquitetura e usuário não devem ser tratados isoladamente.

Segunda etapa: coleta de dados

Depois de esclarecidos os conceitos abordados na etapa anterior, a segunda etapa buscou referências sobre o processo de personalização na prática. Foram analisados exemplos reais capazes de estimular a compreensão desta prática, direcionados para estratégias de comercialização das empresas. Neste momento, foi necessário o uso de um estudo de caso múltiplo comparativo (BRUYNE; HERMAN; SCHOUTHEETE, 1977) em empresas construtoras que comercializam casas pré-fabricadas e oferecem mecanismos de customização em algum nível, colocando em prática a flexibilidade incorporada aos projetos.

Este estudo permitiu investigar as organizações que oferecem habitações em sistemas pré-fabricados, tendo como objetivo conhecer e compreender o fenômeno da necessidade de personalização, e a maneira em que ela se oferece, por intermédio da comparação (BRUYNE; HERMAN; SCHOUTHEETE, 1977).

A pesquisa apoiou-se em cinco organizações a fim de realizar um estudo comparativo. Foram levadas em conta as variáveis que contribuem para a pesquisa. A coleta de dados não se restringe as empresas que utilizam o sistema plataforma em madeira, pois o foco é a oferta da ferramenta de customização para proporcionar a personalização de uma casa pré-fabricada através do uso da flexibilidade incorporada ao projeto. Parte das empresas selecionadas utiliza o sistema construtivo *steel-frame*, que muito se assemelha ao sistema *wood-frame*, tendo como principal diferença o material, no caso o aço, ao invés da madeira.

As fontes documentais selecionadas foram as que se mostraram mais acessíveis e ilustrativas. Somente em uma das empresas – a brasileira TECVERDE – a obtenção dos dados foi feita na própria empresa. Foi coletada a maior quantidade possível de informações sobre customização oferecida aos clientes e em que níveis ela

acontece. Entretanto, na maioria das empresas pesquisadas, o processo de personalização pode ser feito virtualmente, por meio da base de dados da empresa (*website*), em sistemas de configuração de projetos, isto é, customização das casas. Esta opção é amplamente utilizada pelas empresas de casas pré-fabricadas, especialmente em mercados cujo setor está consolidado.

O estudo de casos múltiplos comparativos está apoiado na teoria existente, guiado por um esquema teórico que serviu de princípio diretor para a coleta de dados. A coleta baseou-se na classificação da flexibilidade quanto à estratégia de comercialização das empresas, tendo a flexibilidade dividida em: permitida e planejada (BRANDÃO; HEINECK, 2007). A teoria relacionada a estes conceitos será explorada, em profundidade, no levantamento do estado da arte deste trabalho.

Para a organização dos dados coletados, seguiu-se um roteiro-guia que passa pelas seguintes etapas:

- a. Descrição e principais características da empresa.
- b. Produto ofertado – casas pré-fabricadas prontas.
- c. Sistema construtivo e nível de industrialização.
- d. Ferramentas de customização para a personalização da casa pré-fabricada pronta.
- e. Níveis de flexibilidade incorporados ao projeto – classificação quanto à estratégia de comercialização da empresa.

Quanto aos critérios para a seleção das empresas de casas pré-fabricadas, o principal foi investigar as que oferecem diversidade nos modelos de casas e que possibilitem a personalização por mecanismos de customização dos projetos. Neste sentido, as empresas foram escolhidas de acordo com o nível de incorporação da flexibilidade aos projetos e pelo acesso ao processo de personalização disponível ao usuário. A seleção também foi condicionada pelo acesso às fontes documentais, sendo selecionadas as que se mostraram mais objetivas para que a análise fosse realizada.

A seguir estão listadas as empresas selecionadas para o estudo de caso múltiplo comparativo. Todas oferecem uma variabilidade nas opções de modelos de casas prontas, assim como possibilidades de customização em diferentes níveis. Nas opções selecionadas, é possível desenvolver a customização do projeto no próprio *website* da empresa.

TREE HOUSE: empresa portuguesa.

(www.treehouse.pt)

BLU HOMES: empresa norte-americana.

(www.bluhomes.com)

METHOD HOMES: empresa norte-americana.

(www.methodhomes.net)

LIVING HOMES: empresa norte-americana.

(www.livinghomes.net)

CASAS TECVERDE: empresa brasileira.

(www.tecverde.com.br)

O estudo de casos múltiplos comparativos está integrado em um processo global da pesquisa teórica. O objetivo foi buscar uma amostragem das empresas, como exemplos ilustrativos, sendo o objetivo explorar e analisar situações reais para que possam ser elaboradas estratégias, conforme o objetivo deste trabalho (BRUYNE; HERMAN; SCHOUTHEETE, 1977).

Terceira etapa: análise comparativa dos dados coletados

A terceira etapa do trabalho classifica e analisa os dados coletados na etapa anterior. Com base nos dados levantados nas etapas anteriores, foi feita uma análise das características dos casos estudados e identificados os graus de flexibilidade neles incorporados. O objetivo foi refletir sobre os pontos positivos e negativos dos níveis de flexibilidades nos projetos de casas pré-fabricadas, tentando perceber qual seria a estratégia ideal quando se trata de oferecer a possibilidade de participação do usuário na elaboração do projeto da sua casa. Esta etapa é complementar à anterior.

Quarta etapa: princípios para o uso da flexibilidade como ferramenta no processo de personalização de uma casa pré-fabricada

A quarta etapa do trabalho trata de uma reflexão em torno dos temas abordados na revisão teórica em conjunto com a análise resultante da coleta de dados nas empresas que comercializam casas pré-fabricadas. Neste momento, a pesquisa incentiva o uso do sistema plataforma como ideal para a industrialização da habitação e relaciona

os indicadores para o uso da flexibilidade como ferramenta no processo de personalização de uma casa pré-fabricada no sistema plataforma (*wood-frame*).

Utilizam-se importantes resultados de trabalhos científicos já publicados anteriormente como apoio a esta pesquisa. Ao mesmo tempo busca-se complementar estas publicações com um olhar voltado às casas pré-fabricadas de madeira no sistema Plataforma.

A abordagem do problema de pesquisa será qualitativa, pois existe uma relação dinâmica entre os aspectos objetivos – casas pré-fabricadas, condições técnico-construtivas do sistema plataforma, possibilidades de flexibilização adaptadas à tecnologia – e os aspectos subjetivos: o desejo e o processo de personalização individual no ambiente construído. Por ser um vínculo indissociável entre o ‘mundo real’ e a ‘subjetividade’ do sujeito, este não pode ser traduzido em números (SILVA; MENEZES, 2005).

CAPITULO 02: INDUSTRIALIZAÇÃO DA ARQUITETURA

2.1 INDUSTRIALIZAÇÃO E PRÉ-FABRICAÇÃO DE CASAS

Para a melhor compreensão desta sessão, serão esclarecidos alguns termos relacionados ao contexto da construção civil, como: método, técnica, processo e sistema construtivo, assim como industrialização e pré-fabricação de habitações.

Sabbatini (1989, *apud* ESPINDOLA, 2010) define a técnica construtiva como um conjunto de operações empregadas por um ofício particular para produzir parte de uma construção, enquanto método construtivo é um conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação. O processo construtivo constitui um conjunto de métodos bem determinados e específicos para se construir de modo organizado um edifício. Já o sistema construtivo é considerado um processo mais complexo, melhor definido e tecnologicamente mais avançado. É definido por Sabbatini (1989, *apud* ESPINDOLA, 2010) como um processo construtivo de elevados níveis de organização e industrialização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e interligados pelo processo.

Quando se trata de pré-fabricação e industrialização da construção, Bruna (2002) indica que existe uma confusão entre os termos empregados. E enfatiza que, especialmente no Brasil, onde a literatura técnica sobre o assunto é menor, o interesse despertado pela industrialização da construção tem levado arquitetos, engenheiros, construtores, industriais e entidades públicas a equívocos conceituais graves.

Segundo Snyder e Catanese (1984), a construção de edifícios consiste invariavelmente de uma combinação de elementos produzidos em fábrica e instalados no campo. Nesse sentido, todos os edifícios são, em alguma extensão, pré-fabricados. A madeira é serrada e aparelhada (processada) na serraria. As vigas de aço são laminadas, perfuradas, cortadas, soldadas e pré-dimensionadas nas oficinas; até o tijolo pode ser considerado pré-fabricado. O que geralmente se quer significar com este termo é o uso de métodos industriais para produzir componentes maiores de construção, que incluem elementos industriais e de fechamento e que são montados em várias partes.

De acordo com Oliveri (1968 *apud* BRUNA, 2002), a pré-fabricação dos elementos de uma construção constitui uma fase de industrialização, uma vez que, como esta, está associada aos conceitos de organização e de produção em série. Segundo o autor, um número qualquer de unidades projetado e executado para um fim específico será simplesmente pré-fabricado e não deverá ser considerado como produção industrial.

No Dicionário da Arquitetura Brasileira de E. CORONA e C. LEMOS (1972 *apud* BRUNA, 2002), a definição de pré-fabricação se apresenta como: “Processo empregado na construção, que se baseia na redução do tempo de trabalho e racionalização dos métodos construtivos, para conseguir-se pela montagem mecânica, de elementos produzidos ou pré-moldados diretamente na fábrica, economia de materiais e de mão de obra” (BRUNA, 2002).

Segundo Espindola (2010), enquanto a industrialização envolve a organização e a produção em série – de acordo com uma mecanização do processo – a pré-fabricação consiste na fabricação industrial de partes da construção que podem ser montadas no canteiro de obras.

Como complementa Bruna (2002), a industrialização está essencialmente associada aos conceitos de organização e de produção em série, os quais deverão ser entendidos analisando de forma mais ampla as relações de produção envolvidas e a mecanização dos meios de produção. A história da industrialização identifica-se, em um primeiro momento, com a história da mecanização, isto é, com a evolução das ferramentas e das máquinas para a produção de bens.

Barth e Vefago (2006) consideram que mesmo os métodos tradicionais de produção mais evoluídos não conseguem alcançar os benefícios da industrialização da construção, tais como a redução de desperdícios na obra, rapidez de execução, maior controle dimensional e de qualidade de produtos e elementos construtivos, bem como a sistematização e a otimização dos processos envolvidos na construção.

A industrialização da construção gera um maior desenvolvimento do setor da construção civil, propiciando mão de obra mais qualificada, maior conhecimento tecnológico, oferta de equipamentos mais avançados e maior controle de qualidade, gerando produtos com maior valor agregado (BARTH; VEFAGO, 2006).

A fase de projeto é essencial e insubstituível dentro da industrialização da construção. De acordo com Ciribini (1965, *apud* BRUNA, 2002), a etapa de projeto não deve ser considerada

isoladamente, como é de hábito entre os construtores atuais. Deve ser planejada e articulada de tal maneira que a execução esteja sempre rigidamente vinculada à ideia inicial e, esta, aos objetivos propostos, ao nível da tecnologia a ser empregada, à situação do mercado consumidor, etc.

Neste sentido, na produção de casas pré-fabricadas, faz-se necessário mais tempo na fase de projeto para que, em contrapartida, obtenha-se maior exatidão na execução e, conseqüentemente, agilidade na montagem. De acordo com Arruda (2000 *apud* KRAMBECK, 2006), a pré-fabricação de componentes e elementos na indústria emprega equipamentos, máquinas e ferramentas de modo a proporcionar rigor construtivo e controlar a qualidade e os custos da produção, minimizando as possibilidades de erro no canteiro. As atividades no canteiro seriam reduzidas à montagem de componentes e elementos. A possibilidade da realização de um planejamento financeiro é outro diferencial, uma vez que é possível saber o custo total da obra, de forma bastante precisa, antes de executá-la (REFERÊNCIA, 2008).

Bruna (2002) complementa reforçando que o planejamento da produção é acima de tudo um instrumento de otimização no plano qualitativo e econômico do 'produto' a ser produzido. Resultando destes critérios de otimização da produtividade industrial três variáveis básicas, estreitamente relacionadas entre si: a redução do número de tipos a serem produzidos, reforçando o conceito *standard*; a existência de catálogo e estoque de peças, independente do fator da demanda; e a previsão das tolerâncias de fabricação e montagem dentro do quadro de uma coordenação dimensional rigorosa e universal, isto é, aceita por todos, sejam fabricantes, construtores ou consumidores (BRUNA, 2002).

Segundo Szücs (2007 *apud* ESPINDOLA, 2010), os processos construtivos podem ser classificados pela complexidade das suas etapas produtivas em: não industrializados, semi-industrializados e industrializados.

Os processos não industrializados apresentam baixa escala de produção e baixa produtividade no canteiro de obras. Nessa classificação, encontram-se os métodos artesanais e os métodos tradicionais. Os métodos artesanais, geralmente, utilizam materiais disponíveis no local sem transformação ou beneficiamento, enquanto os métodos tradicionais utilizam materiais já beneficiados e mão de

obra semi-qualificada que opera ferramentas simples na produção da construção (SZÜCS et al, 2007 *apud* ESPINDOLA, 2010).

Os processos semi-industrializados utilizam equipamentos mais sofisticados na linha de produção e transformação dos componentes. Podem ser vistos como um processo tradicional racionalizado, ampliando os critérios de desempenho dos componentes, dos elementos e dos subsistemas. Os componentes e os elementos são fabricados segundo as especificações de projeto. Nos processos semi-industrializados, inclui-se também o processo parcialmente pré-fabricado, no qual os elementos construtivos são produzidos nas fábricas e levados ao canteiro, onde serão montados (SZÜCS et al, 2007, *apud* ESPINDOLA, 2010). Esse quesito da montagem da edificação por partes, conforme mencionado anteriormente, deve considerar os princípios de coordenação dimensional e modular, de compatibilidade e de conectividade para proceder a uma montagem eficiente.

Os processos industrializados são os totalmente pré-fabricados. Diferenciam-se especialmente pela produção em série, altamente automatizada. Nesse processo, não somente os componentes, os elementos e os subsistemas construtivos são pré-fabricados, mas também o sistema construtivo total, o qual é transportado para o canteiro já finalizado. A mão de obra deve ser especializada para a montagem no canteiro e os prazos de construção são reduzidos (SZÜCS et al, 2007, *apud* ESPINDOLA, 2010).

Um sistema construtivo industrializado pode, ainda, ser classificado como sistema fechado ou sistema aberto, abordados a seguir:

Sistema fechado:

Segundo Dorfman (2002, *apud* ESPINDOLA, 2010), as ideias dos sistemas fechados foram as primeiras a serem difundidas no processo de introdução da industrialização da construção. Nestes sistemas, os componentes produzidos por uma empresa não são intercambiáveis e compatíveis com componentes de outra empresa. A compatibilidade existe apenas entre componentes, elementos e subsistemas de uma mesma indústria. A aplicação dos princípios dos sistemas fechados não é muito aceita, pois sua rigidez é conflitante com a situação do mercado de edificações que busca a aplicação da variedade de produtos disponíveis comercialmente (ESPINDOLA, 2010).

Espindola (2010) aponta que os sistemas fechados de construção geralmente não trabalham com a independência dos componentes pré-fabricados de cada subsistema. Dessa forma, a edificação apresenta pouca possibilidade de flexibilidade e intervenção, como a manipulação de volumes, o rearranjo espacial e a manipulação dos componentes dos subsistemas.

Sistema Aberto:

Os sistemas abertos caracterizam-se pela flexibilidade da construção. Nestes sistemas, a produção de componentes para o edifício não está limitada a um único fabricante e os componentes de diferentes fabricantes são intercambiáveis entre si (SABBATINI, 1989, *apud* ESPINDOLA, 2010).

Nos primeiros anos após a 2ª Guerra Mundial, o sistema aberto era apresentado como solução racional para habitações mínimas. Ele consiste em pré-fabricar elementos, acrescentando as possibilidades de especialização, de padronização e de produção em massa. As características básicas de um sistema aberto são definidas por peças substituíveis por outras de diferentes origens, peças intercambiáveis, podendo assumir diferentes posições na composição espacial arquitetônica de uma mesma obra, peças combináveis entre si, formando conjuntos múltiplos e maiores, e peças permutáveis por uma peça maior ou por um conjunto de peças menores (BRUNA, 2002). Os sistemas abertos baseiam-se nos princípios da coordenação modular, a fim de viabilizar os requisitos de intercambialidade e combinabilidade dos seus elementos e a flexibilidade da construção (ESPINDOLA, 2010).

No Brasil, a gestão de qualidade da construção costuma ser bastante diluída entre os diversos agentes atuantes: projetistas, construtores, mestres de obras, pedreiros, eletricitas, carpinteiros, pintores, encanadores, etc., dificultando, assim, as ações dos usuários para assegurar garantias e reparos frente às manifestações patológicas da construção convencional. Nesse sentido, os sistemas pré-fabricados colocam-se como uma eficiente alternativa, pois é exigida uma integração clara entre projeto, fabricação, montagem e responsabilidade técnica quanto ao desempenho e durabilidade da edificação (BARTH; VEFAGO, 2007).

Zanfelicé (1995 *apud* CASTELLS, 2001) afirma que a falta de planejamento e de projetos adequados pode contribuir com cerca de 70% dos desperdícios de obra; ou que a etapa de projeto é responsável

pela definição direta ou indireta de até 80% do custo das edificações (SEBRAE/RS 1996 *apud* CASTELLS, 2001). O sistema construtivo em estudo é comercializado em ciclo fechado, isto é, a edificação é produzida na indústria e montada no canteiro, por mão de obra especializada. Na produção de uma casa pré-fabricada, as etapas são controladas e existe o gerenciamento concentrado de todas as etapas, desde a preparação do projeto até a entrega ao usuário da casa pronta.

A tradição da arquitetura pré-fabricada é longa. Adotar um sistema construtivo industrializado foi considerado, no modernismo, como uma potencial solução para racionalizar o processo de construção, obter economias de escala na construção de habitações e, ainda, tornar acessível os conceitos da arquitetura moderna para a população em geral.

O desenvolvimento da pré-fabricação ocorreu, em grande proporção, pela necessidade de reconstrução global das cidades após as Guerras Mundiais – Primeira (1914 – 1918) e Segunda (1939 – 1945) - , quando muitos países, passando por processos de recuperação dos efeitos da guerra, necessitavam suprir a carência habitacional por meio de métodos construtivos simplificados. Era preciso construir muito, de maneira rápida e econômica. Seguindo requisitos estabelecidos em situações emergentes da época e pelo aumento da demanda de empreendimentos de construção, novas ideias sobre eficiência construtiva foram introduzidas na produção industrial (ESPINDOLA, 2010).

Por volta dos anos de 1930, foram desenvolvidos vários programas de construção em massa na Europa (principalmente na França), URSS e Japão. Nesse primeiro momento, a industrialização baseava-se na pré-fabricação pesada e em sistemas fechados. Esses programas consistiam em sistemas de construção que não permitiam nenhuma variação e que tinham o objetivo principal de apoiar a reconstrução dos países após as destruições decorrentes da guerra (FRUTOS; BORENSTEIN, 2001).

Edifícios com essa configuração, representados pela produção da pré-fabricação e da industrialização fechada, deixaram de considerar as características regionais e culturais das populações às quais se destinavam e as próprias aspirações dos usuários reais, em nome do atendimento a um usuário padrão (MARTUCCI; FABRÍCIO; 1998 *apud* BRANDÃO; HEINECK, 2007).

Foram implantados, em larga escala, os conceitos urbanísticos criados pela vanguarda modernista no início do século. A industrialização e a repetição de modelos serviram plenamente à reconstrução de moradias (SERAPIÃO, 2000, *apud* BRANDÃO; HEINECK, 2007). Já nos Estados Unidos, o desenvolvimento de sistemas de construção industrializados começou já na metade do século XIX com a normatização de componentes de madeira. Esta iniciativa foi o sustento dos programas posteriores de construção de habitação no início do século XX (FRUTOS; BORENSTEIN, 2001).

Diante do cenário da necessidade da reconstrução, Bruna (2002) considera que muitos dos arquitetos e construtores do pós-guerra ergueram extensos conjuntos habitacionais não muito atrativos do ponto de vista de qualidade de projeto. Devido ao emprego da solução de pré-fabricação em larga escala, o modelo acabou levando o rótulo de monótono, rígido e inflexível.

Em 1924, o arquiteto modernista Walter Gropius, ao tratar do problema da habitação industrializada, esclarecia que:

“É um engano supor que a arquitetura será desprestigiada devido à industrialização da construção. Pelo contrário, a estandardização dos elementos construtivos exercerá um efeito benéfico ao conferir um caráter unificado às novas habitações e bairros. Não há motivo para temer uma monotonia semelhante à dos subúrbios industriais ingleses, à condição de cumprir o requisito básico de normatizar somente os elementos construtivos, variando o aspecto exterior dos edifícios armados com eles” (GROPIUS, 1957. P.171, *apud* BRUNA, 2002).

Casas pré-fabricadas têm uma longa e rica história na arquitetura, com experimentos inovadores, realizados por importantes arquitetos. A atração e o envolvimento dos arquitetos modernistas com os conceitos de industrialização e mecanização resultaram em relevantes obras da história da arquitetura pré-fabricada.

O registro considerado mais antigo no campo da pré-fabricação foi em 1833 e se tratava de um chalé colonial portátil (Figuras 1 e 2). A casa foi projetada pelo arquiteto H. John Manning, para o seu filho, que imigrava de Londres para Austrália. O protótipo acabou sendo um sucesso comercial e o arquiteto desenvolveu uma série de modelos de

tamanho e custo variáveis. Dezenas de casas portáteis foram enviadas para Austrália nos anos seguintes. As técnicas de construção das casas foram o indício da pré-fabricação, antes que houvesse sequer esta palavra, conceituando uma padronização dimensional e coordenação rigorosa.

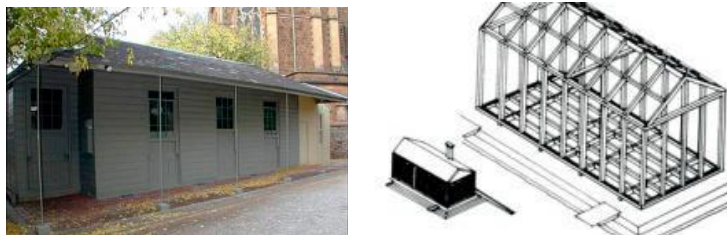


Figura 1 e 2 – Chalé colonial portátil: modelo real e esquema de projeto. arq. Manning – 1833.

(<http://www.housing.com/prefab-homes/history-prefabricated-home>)

Outro momento histórico está relacionado ao catálogo de casas da Sears, Roebuck & Co. Por quase trinta e dois anos, a empresa de Chicago foi o maior fabricante de casas pré-fabricadas do mundo. Entre 1908 e 1940, vendeu mais de 100.000 casas, estas sendo adquiridas através de um catálogo, por correspondência. Eram mais de 447 diferentes modelos para um catálogo anual de vendas, que prometia a entrega e a montagem de cada elemento da casa no local. Os modelos variavam de uma simples estrutura de um quarto até a elaboração de unidades multifamiliares. A Sears já enfatizava a capacidade de proporcionar ao cliente a possibilidade de personalizar vários aspectos de cada casa, como acabamentos, equipamentos e mobiliário (Figura 3).



Figura 3 – Catálogo da Sears, Roebuck & Co.: capa e exemplo de opções de casas.

(<http://www.housing.com/prefab-homes/history-prefabricated-home>)

Quase todos os modelos da Sears utilizavam a técnica do sistema balão (*ballon frame*), trazendo ao método familiaridade ainda maior nos Estados Unidos. As casas também foram notáveis pelo pioneirismo no uso de *drywall* e telhas asfálticas, assim como pela introdução do aquecimento central para uso residencial.

Apenas três anos após a Sears, Roebuck & Co. iniciar as construções e vendas de casas por catálogo, o arquiteto Frank Lloyd Wright projetou um tipo de casa mercadologicamente diferente, o “Sistema construtivo de Casas Americanas” (*American System-built Houses*). A diferente abordagem está na busca na produção de infinitas variações, em vez de modelos estabelecidos. Ele está entre um dos primeiros arquitetos a abordar a questão da casa construída na fábrica e contemplar o seu imenso potencial em um momento de rápida industrialização.

Entre 1911 e 1917, Wright gerou mais de 900 desenhos da matriz de uma habitação, sistematizando a estrutura tipo frame de madeira. Definiu o revestimento, os montantes, os telhados, as janelas e as portas que seriam cortados precisamente na fábrica para que não necessitasse da carpintaria no local. Wright explicitamente indicava que eram os elementos que eram pré-fabricados, e não as formas gerais. As casas nunca foram construídas na prática, independentemente disso, a abordagem era inteiramente nova e prenunciava um fascínio com a customização em massa, que surgiriam no trabalho de Wright, muitos anos depois.

O arquiteto modernista Le Corbusier também foi representativo nos experimentos que envolveram a industrialização da habitação e dedicou-se à busca de criar uma arquitetura funcional, simples e racional. Desenvolveu estudos, protótipos e edificações importantes quando se trata da pré-fabricação de casas.

O projeto de modelo para habitações, conhecido como *Maison Dom-ino* (Figura 4), representava a busca de reduzir a expressão da arquitetura ao mínimo, tornando-se também um recurso técnico para projetos. Tratava-se de um esqueleto de concreto com duas lajes e seis pilares, que proporcionavam total liberdade na distribuição dos espaços interiores e arranjos das fachadas. Esse modelo foi exposto em 1922, no *Salon D' Automne*, e serviu como recurso para o desenvolvimento de projetos de casas industrializadas (FINKELSTEIN, 2009).

De acordo com Finkelstein (2009) o protótipo da *Maison Dom-ino* foi um recurso técnico para a estandardização da produção, projetada para a construção em série e com componentes, tanto da arquitetura como do mobiliário, fabricados industrialmente.

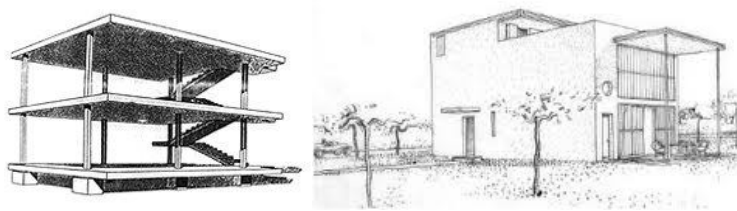


Figura 4 e 5 – Sistema *Dom-ino* e *Maison Citrohan* - Le Corbusier (1922)
(FINKELSTEIN 2009)

No projeto da *Maison Citrohan* (Figura 5), nome que fazia referência à empresa de automóveis Citroën, buscava-se representar a industrialização e a padronização de casas como recursos para uma arquitetura nova, econômica e para todos. “Uma verdadeira caixa que poderia ser usada como uma casa”. Duas paredes laterais de suporte, uma cobertura plana, a simplificação da fonte de luz com uma única abertura nas extremidades e elevada sobre pilotis. Seus princípios de industrialização e padronização de casas foram colocados em prática em Pessac, na França, em 1926, desenvolvendo 130 moradias “estandardizadas”.

A escola Bauhaus explorou intensamente o conceito da pré-fabricação em seus estudos e experimentos. Entre 1922 e 1923, os arquitetos Walter Gropius e Adolf Meyer desenvolveram um sistema construtivo chamado Baukasten (kit de construção, em alemão). Eram blocos de concreto padronizados, produzidos industrialmente, que poderiam funcionar como um kit de partes que interligadas poderiam formar uma variedade quase infinita de configurações. Gropius e Meyer previram que os arquitetos poderiam orientar o cliente através do sistema empregando um modelo em escala reduzida para ilustrar as configurações possíveis. Gropius descreveu o sistema como "um enorme brinquedo de blocos de construção, no qual dependendo do número de habitantes e as suas necessidades, diferentes tipos de 'máquinas de morar' poderiam ser montadas." A paleta de material incluía madeira, aço e vidro e tinha o potencial para alinhar e combinar materiais inesperados, em formas originais.

Embora nunca tenham sido construídos, os projetos serviram como ponto de partida para o desenvolvimento do sistema de painéis de concreto utilizados na produção de conjuntos habitacionais que seriam construídos industrialmente na cidade de Dessau (Alemanha), que se tornou sede da escola Bauhaus, alguns anos mais tarde. Esta produção marcou a escola em direção a uma filosofia de racionalização para conseguir uma nova unidade entre a arte e a indústria (Figuras 6 e 7).

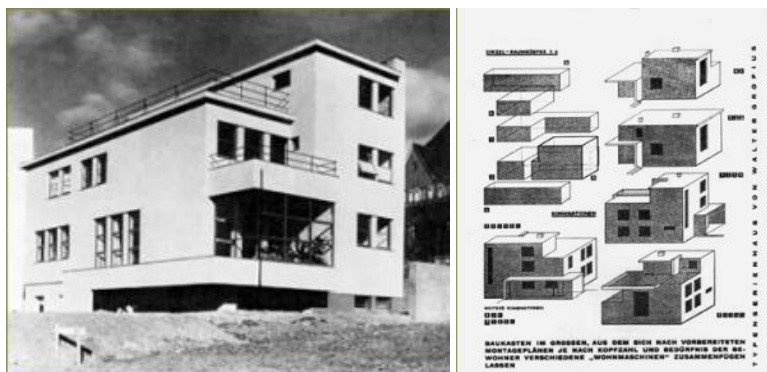


Figura 6 e 7 – Habitação em Dessau e estudo do sistema construtivo Baukasten. (<http://www.housing.com/prefab-homes/history-prefabricated-home>)

Outro exemplo importante na história da pré-fabricação de casas ocorreu ainda durante a década de 1920. Devido à crise da habitação na Alemanha, uma empresa da indústria do cobre e do bronze interessou-se pelo negócio de produzir habitações em massa. Vários tipos de casas foram projetados. As paredes exteriores e o telhado eram feitos de cobre, o isolamento era adquirido por uma folha de alumínio e a estrutura (*framing*) era de madeira. A estrutura e os elementos eram pré-fabricados, facilmente transportáveis, que poderiam ser montados dentro de vinte e quatro horas no local. As casas eram tecnologicamente muito modernas, mas esteticamente ecléticas. Em 1931, o arquiteto Walter Gropius foi contratado para refinar os modelos existentes. Em 1932, ele apresentou dois dos protótipos que desenvolveu na Exposição 'Second German Building Exposition', realizada no em Berlim (Figura 8).



Figura 8 – Casa pré-fabricada

(<http://www.housing.com/prefab-homes/history-prefabricated-home>)

Em 1942, a '*packaged house*' - casa embalada - (Figura 9 e 10), projetada também por Gropius, em parceria com o arquiteto Konrad Wachsmann, representa o apogeu das estruturas em *wood-frame*. Apesar do prestígio de seus autores, a casa acabaria por falhar como uma mercadoria, permanecendo influente hoje em virtude de suas bases conceituais, ao invés de para o seu sucesso comercial.



Figura 9 e 10– Packaged house – Wachsmann e Gropius (1942) e capa do catálogo de casas.

(<http://www.housing.com/prefab-homes/history-prefabricated-home>)

No início dos anos 1940, o arquiteto Marcel Breuer também voltou sua atenção para casas pré-fabricadas. Breuer estudou projetos para a pré-fabricação na escola Bauhaus, em 1920, e a vitalidade da produção em massa nos Estados Unidos na década de 1940 incentivou-o a explorar sua aplicabilidade para a construção americana em madeira.

A pré-fabricação em madeira foi intensamente explorada nas construções dos Estados Unidos no período pós-guerra. Nesse momento, o país defrontou-se com a necessidade de produção de moradia em massa. Sistemas industriais serviam para suprir esta necessidade, uma vez que se caracteriza pela praticidade, flexibilidade de modulação, industrialização das peças e tempo de construção reduzido. Na época, a madeira era abundante nos Estados Unidos e o sistema plataforma apresentava-se como ideal para suprir o déficit habitacional do país.

De forma gradual, as construções leves em aço (*light steel-frame*) passaram a competir com os *frames* de madeira. O mercado da produção de casas em *steel-frame* ganhou mais espaço com o surgimento do aço galvanizado, sendo mais resistente à corrosão, com espessura reduzida, para a produção de frames de aço. Posteriormente, com a escassez da madeira e, conseqüentemente, o aumento do preço, casas pré-fabricadas em *steel-frame* entraram fortemente no mercado (ARCOWEB, 2010).

Outra experiência que influenciou a formação do conceito de casas pré-fabricadas foi o programa *Case Study House* (1945-1966), considerado uma das mais criativas e representativas experiências de

construções industrializadas. Iniciado pela revista *Arts & Architecture*, em 1945, em Los Angeles (EUA), continua a ser uma das mais importantes contribuições americanas para a arquitetura de meados do século XX. Concebidos como protótipos modernos experimentais de baixo custo, os trinta e seis projetos do programa aperfeiçoaram as aspirações de uma geração de arquitetos modernos durante os produtivos anos de crescimento na reconstrução pós-Segunda Guerra Mundial (SMITH, 2006).

O idealizador do programa John Entenza, que diante da inevitável previsão de crescimento do setor da construção após a escassez de casas durante os anos da depressão e da guerra, viu o programa como uma forma de proporcionar ao público e à indústria da construção modelos de baixo custo para habitação moderna. Os projetos mais famosos do programa são as casas de vidro e aço de Charles e Ray Eames (Figura 11), Craig Ellwood (Figura 12) e Pierre Koenig (Figura 13). Já nas casas que fizeram uso de estruturas de madeira de pilar e viga, podemos destacar a obra do arquiteto Richard Neutra (Figura 14) (SMITH, 2006).



Figura 11 – Case Study House – casa Charles e Ray Eames – número 8.
(<http://archestesia.blogspot.com.br/2012/01/ad-classics-eames-house-charles-and-ray>)

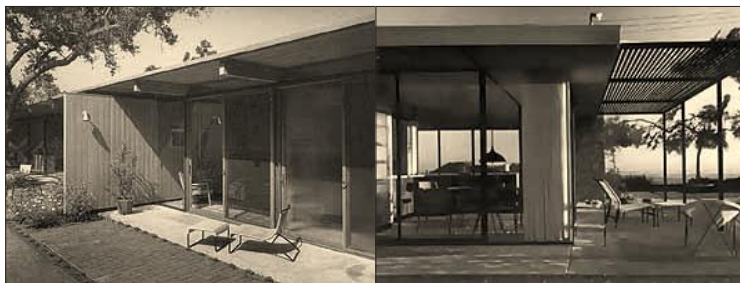


Figura 12 – Case Study House – casa Craig Ellwood – número 16.
(http://www.arcspace.com/books/Ellwood/ellwood_book)



Figura 13 – Case Study House – casa Pierre Koenig 1960 – número 22.
(http://www.wirtzgallery.com/exhibitions/2003/2003_06/shulman/js03)



Figura 14– Case Study House – casa Richard Neutra 1948 – número 20.
(http://www.tripline.net/trip/Case_Study_Houses_Map)

A seguir serão abordados os principais sistemas construtivos utilizados na pré-fabricação de casas. Tratam-se de sistemas construtivos leves, chamados também – especialmente no Brasil – de construção seca, pois são processos construtivos que não utilizam argamassa ou elementos moldados no local, podendo ser da madeira,

aço ou sistemas mistos (ALVARENGA; CALMON, 2000 *apud* TECHNE 115, 2006).

Dentro dos sistemas construtivos leves, o mais utilizado para a pré-fabricação de casas é o sistema plataforma. Este sistema pode ser executado em madeira – mais conhecido como *wood-frame* – e em aço, conhecido como *steel-frame*. Ambos são semelhantes em seus princípios construtivos, tendo como principal diferença os materiais utilizados.

Cabe ressaltar que nesta pesquisa o uso da madeira para a produção de casas pré-fabricadas está em foco, tendo como um dos objetivos demonstrar seus atributos, assim como indicar possibilidades de uso. Portanto a abordagem neste tema será mais detalhada ao se comparar com a caracterização do sistema plataforma em aço (*steel-frame*). Como tratamos da industrialização da habitação, na coleta de dados realizada nesta pesquisa foram apresentados exemplos de casas pré-fabricadas em *wood-frame* e em *steel-frame*, mostra-se importante a caracterização de ambos os sistemas para a melhor compreensão dos objetivos da pesquisa.

2.2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS LEVES PARA A PRÉ-FABRICAÇÃO DE CASAS

Os sistemas construtivos leves têm como características gerais comuns a racionalidade na fabricação e na montagem, a rapidez da execução, redução do nível de perdas, minimizando os desperdícios de materiais, e o impacto ambiental reduzido. São entramados de madeira ou aço, compostos por montantes – ou perfis – leves, que em conjunto com placas formam painéis de parede. Estes são edificados sobre o painel de piso plataforma, e receberão a plataforma do piso superior. Quando em madeira, a fixação é feita por pregos, e quando em aço com parafusos. Permitem diferentes níveis de industrialização em seu processo produtivo, diferenciam-se pelo tempo que se executa a construção na fábrica ou no canteiro de obras. Caracterizam-se também por proporcionar um alto grau de flexibilidade e pela necessidade de uma grande quantidade de detalhes construtivos devida ao elevado número de peças empregadas.

2.2.1 Sistemas leves em madeira (*light wood-frame*)

O conceito básico de sistemas construtivos leves em madeira existe há cerca de 150 anos na América do Norte. De lá para cá, houve aperfeiçoamentos do sistema e os materiais tornaram-se mais modernos, mas a essência permanece a mesma. O principal motivo da longevidade do sistema seria a solidez das edificações, levando-se em conta as condições ambientais – como variações de temperatura, ventos e terremotos – que são mais agressivas nos Estados Unidos do que no Brasil.

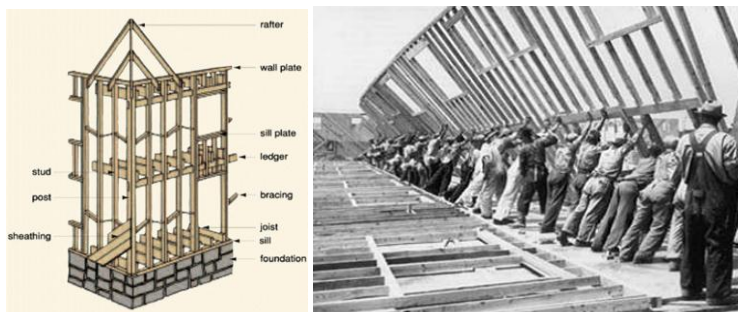
Nos países onde estes sistemas são difundidos, existe uma preocupação com a compatibilização dimensional dos componentes, através de padronização e normatização. Segundo Dias, Santos e Szücs (2003), os sistemas leves apresentam características construtivas que favorecem a industrialização, a padronização e a racionalização da construção. Suas vantagens são: o emprego racional da madeira de reflorestamento, a rapidez de execução, a menor necessidade de espaço para a instalação do canteiro de obras, o peso reduzido da estrutura e a consequente economia de fundações.

Inseridos na tipologia do sistema leve de construção em madeira estão o sistema balão (*balloon system*) e o sistema plataforma (*platform system*). O sistema balão é o mais antigo, no qual a altura dos montantes corresponde à altura da edificação, apresentando o inconveniente de exigir longos troncos retilíneos, nem sempre disponíveis, ou, com peças menores, executar juntas topo a topo para se atingir a altura desejada. No sistema plataforma, as peças são mais curtas e o comprimento dos montantes corresponde à altura do pavimento. Esta característica tornou este sistema mais conhecido e utilizado, pois possibilita a utilização de troncos menores, leveza nas peças e rapidez em montagens (SLAVID, 2006).

O sistema balão começa a ser experimentado e implantado em meados do Século XIX, na região de Chicago (EUA), sendo as peças robustas em madeira, usadas nas habitações até então, substituídas por peças leves de dimensões padronizadas, fixadas com pregos e espaçadas por pequenas distâncias. As peças longas, em obras com mais de um pavimento, transmitem os esforços diretamente para a fundação (MELLO, 2007).

No sistema balão, em primeiro lugar, a estrutura era construída no nível do solo e posteriormente era elevada, tornando-se uma

solução muito mais leve e eficiente para uma rápida execução quando comparada a sistemas tradicionais até aquela época. Isso possibilitava a construção *in loco* e sua elevação também. Nas Figuras 15 e 16 pode-se visualizar a elevação de um painel parede no sistema balão.



Figuras 15 e 16 – Detalhe construtivo do sistema balão e imagem de uma parede sendo levantada

(<http://raincityguide.com/2009/01/02/balloon-frame-houses-and-firemens-safety/>)

O uso de peças longas para vários pavimentos foi responsável pela decadência do sistema balão. Tornou-se superado devido à necessidade de peças com dimensões especiais para edificações com vários pavimentos, pelas dificuldades de obtenção de rigidez no sistema, pelos problemas de montagem e comportamento ao fogo, uma vez que as peças contínuas não permitem a instalação de barreiras eficientes contra sua propagação (MELLO, 2007).

De acordo com Slavid (2006), embora o uso de estruturas leves de madeira tenha continuado, o modelo europeu da estrutura plataforma, originário dos países escandinavos, prevaleceu também nos Estados Unidos e Canadá, substituindo totalmente o sistema balão. Apesar de sua superação, o sistema balão foi responsável por desencadear o desenvolvimento da indústria de casas pré-fabricadas de madeira na América do Norte, culminando com o sistema Plataforma, que resultou na habitação que é considerada uma das de melhor qualidade do planeta (MELLO, 2007).

A principal diferença entre o sistema balão e o sistema plataforma está na altura dos montantes, que no sistema plataforma é a mesma do pavimento. Os painéis de piso são montados independentes das paredes, criando uma plataforma a cada nível, onde

são montadas as paredes e as divisões internas. Os entramados das paredes são edificados sobre o painel de piso plataforma e, em seguida, recebem a plataforma do piso superior. A plataforma inicial é feita em concreto ou pedra, assentada diretamente sobre o solo. Todo o sistema em madeira é constituído por peças leves, cujas paredes levam montantes de seções pequenas, todas ligadas por pregos ou elementos metálicos (MELLO, 2007).

O sistema construtivo plataforma possui boa adaptabilidade a estilos arquitetônicos diversos. O tempo de construção é menor do que o da construção tradicional devido à industrialização e pré-fabricação de componentes e à rapidez da montagem. Sendo a maioria dos trabalhos executados a seco, a construção não fica tão dependente das condições climáticas, permitindo um processo mais limpo e rápido. Apesar dos materiais usados serem simples e de fácil trabalhabilidade, a técnica demanda um treinamento dos carpinteiros com cursos específicos (SOUZA, 2010).

O sistema plataforma é considerado o mais sustentável dentre os sistemas construtivos em madeira. A demanda por peças curtas faz com que a madeira proveniente de florestas plantadas seja bem aproveitada, já que permite o uso de árvores com menores dimensões em comparação às espécies nativas. A racionalidade do sistema também pode contribuir para redução de perdas de materiais (SOUZA, 2010).

De acordo com Mello (2007), a oferta de longo prazo de madeira proveniente de florestas plantadas é suportada por técnicas de manejo e programas de certificação florestal que garantem este desempenho. Os Estados Unidos, por exemplo, possuem hoje a mesma área florestal que tinham em 1920, mesmo com o aumento de 143% da população. Na América do Norte, cerca de 2,15 bilhões de árvores são plantadas todos os anos. No Canadá, 90% das florestas originais foram mantidas – mais do que qualquer outro país – mesmo com o crescimento da população (CWC, 2002 *apud* MELLO, 2007).

Dentre as características positivas do sistema plataforma, destacam-se a leveza nos elementos construtivos, obtendo facilidade de transporte e manuseio; a simplicidade na fixação das peças de ossatura em madeira e das chapas de fechamento, sem juntas ou encaixes especiais, feita por meio de pregos e parafusos, melhorando a produtividade; a flexibilidade construtiva, possibilitando alterações e ampliações na edificação; os painéis de vedação podem ser facilmente

reposicionados; o isolamento térmico e acústico pode ser realizado de diversas formas; instalações elétricas e hidrossanitárias são embutidas, de fácil manutenção; e, em razão de proporcionar uma produção racionalizada com peças padronizadas, pode haver maior uniformidade dimensional nos componentes (CÉSAR, 2002).

Por se tratar de um sistema construtivo que incorpora inúmeras qualidades, além da capacidade de adaptar-se bem às condições brasileiras, a seguir o trabalho irá abordar em profundidade as características do sistema plataforma. A escolha complementa-se uma vez que este é o sistema mais utilizado na construção de casas pré-fabricadas, tema principal desta pesquisa.

2.2.1.1 Caracterização do sistema plataforma em madeira

O sistema é estruturado por uma trama de peças de madeira que forma a estrutura portante da edificação. São painéis de paredes que consistem em entramados de madeira, chapas estruturais e diferentes revestimentos internos e externos. Nos painéis são apoiados o piso do pavimento superior ou o telhado, como pode ser visto de forma geral na Figura 17.



Figura 17 – Esquema do sistema plataforma em madeira (VELLOSO, 2010)

As chapas estruturais em madeira compensada ou OSB (*Oriented Strand Board*) são responsáveis por enrijecer a ossatura, dando estabilidade ao painel entramado. A aplicação das chapas pode ser com maior dimensão tanto em posição horizontal quanto vertical. Não devem ficar expostas às intempéries, sendo necessário o revestimento

externo por materiais protetores para assegurar proteção. As chapas presentes na face interna da edificação podem receber revestimentos de chapas de gesso acartonado, por exemplo, garantindo um acabamento estético, além de aumentar a proteção contra incêndio (ESPINDOLA; MORAES, 2008).

Como revestimentos externos existem uma grande variedade de tipos de acabamentos, oferecendo a possibilidade de personalização de acordo com a intenção do projeto arquitetônico. Podem ser executados em *siding* vinílico (revestimento em PVC), *siding* de madeira (OSB com a aparência de madeira ou madeira serrada), revestimento argamassado, placa cimentícia, revestimento cerâmico, entre outros. Geralmente, são aplicados revestimentos leves que se adaptam ao conceito imposto pela concepção de construção leve (LP, 2012).

A opção pela madeira possui como vantagem poder proporcionar um bom isolamento térmico que é característico do material, sendo, por exemplo, cerca de 400 vezes mais isolante que o aço (MELLO, 2007). O conforto térmico complementa-se pela dupla vedação e pela aplicação de uma camada de bom isolante térmico como, por exemplo, lã de rocha. As mantas impermeabilizantes proporcionam maior durabilidade da construção (MEIRELLES; DINIS; SANT'ANA *et al*, 2008). Na Figura 18, podemos visualizar as camadas que compõem o sistema plataforma, possibilitando um desempenho de conforto semelhante ou superior às construções em alvenaria.



Figura 18 – Imagem ilustrativa apresentada pela empresa TecVerde.
(www.tecverde.com.br)

O sistema plataforma foi desenvolvido para ser projetado e executado com uma lógica coordenada. O espaçamento e o posicionamento dos montantes devem ser coincidentes com o espaçamento das vigas do piso e das treliças da cobertura (ESPINDOLA, 2010).

O conjunto estrutural do sistema é constituído basicamente pelos seguintes subsistemas: fundação, plataforma(s) de piso, vedação vertical e cobertura (ESPINDOLA, 2010).

As edificações construídas no sistema plataforma apresentam cargas de peso próprio relativamente reduzidas e, por isso, suas fundações podem apresentar soluções simples e econômicas. A fundação adequada a ser adotada para cada construção varia conforme a necessidade imposta pelo solo no local da obra, podendo ser radier, sapata corrida, sapatas isoladas ou blocos estruturais (BENOÎT; PARADIS, 2007 *apud* ESPINDOLA, 2010).

A estrutura do painel piso é composta por chapas estruturais fixadas nas vigas horizontais em madeira, resultando em uma plataforma de piso, sobre a qual se apoiam as paredes. As vigas do piso podem ser constituídas por peças de madeira maciça, madeira laminada colada para seções maiores, ou também vigas compostas por banzos de madeira maciça e alma de chapa OSB. As vigas são posicionadas paralelamente, respeitando o mesmo afastamento adotado pelos montantes das paredes. As maiores dimensões de chapas de OSB fixadas sobre a plataforma de piso devem ser perpendiculares às vigas (ESPINDOLA, 2010; LP, 2012).

Os painéis de paredes são compostos por montantes verticais e travessas superiores e inferiores, unidos por pregos e fechados por chapas estruturais de madeira, as quais proporcionam estabilidade e rigidez ao painel. A ossatura é composta por madeiras com pequenas seções, geralmente 9 cm x 4 cm, e a altura correspondente ao pé-direito. O espaçamento entre os montantes varia entre 30, 40 ou 60 cm, de acordo com as cargas suportadas pelos mesmos. As chapas podem ser aplicadas com maior dimensão horizontalmente ou verticalmente. Externamente, devem ser revestidas por materiais protetores, que garantam proteção contra intempéries. Internamente o revestimento pode ser de chapas de gesso acartonado, que garantem, além do acabamento estético, a maior proteção contra incêndio (ESPINDOLA, 2010).

A estrutura da cobertura pode ser composta por terças apoiadas em vigas inclinadas, por vigas compostas de madeira maciça e OSB ou por treliças pré-fabricadas de peças de madeira maciça. Sobre a estrutura são aplicadas chapas estruturais de madeira, que funcionam como travamento lateral das peças. O tipo de telha pode ser variado (ESPINDOLA, 2010).

A sequência construtiva de sistema plataforma em madeira pode ser visualizada a seguir (Figura 19).

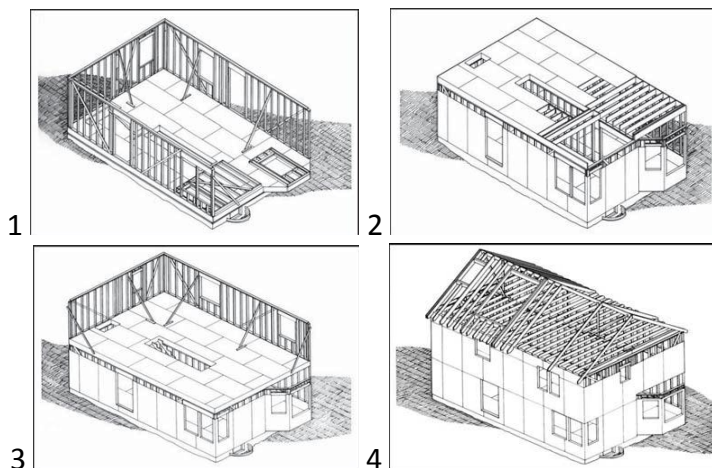


Figura 19 – Sequência construtiva do sistema plataforma (DIAS 2005)

O sistema plataforma permite a construção de edificações com mais de dois pavimentos. As figuras 20 e 21 exemplificam as possibilidades do sistema plataforma para edificações com maior altura.



Figura 20 e 21 - Library Square – British Columbia – Canadá – 2009: em fase de construção e o projeto final.

(<http://www.naturallywood.com/sites/default/files/Six-storey-wood-structure.pdf>)

O exemplo apresentado nas Figuras 20 e 21 mostra uma edificação multiuso, incluindo espaços comerciais, residenciais e uma grande biblioteca, localizado na cidade de Kamloops – British Columbia – Canadá. Os seis andares residenciais são construídos no sistema plataforma. Nos últimos anos, para redução de impactos ambientais gerados pela construção civil, o governo do estado de British Columbia vem investindo em novas políticas para o setor, tratando a madeira como principal material construtivo para os projetos do setor público e privado. A nova legislação inclui a autorização para alterar de quatro para seis o limite de andares para construções no sistema plataforma em madeira (WOOD-WORKS ORG, 2009).

Segundo a revista *Téchne* (2009), no Brasil, existem algumas empresas instaladas no Sul do país interessadas e envolvidas com a construção de casas que usem esta tecnologia. Essas empresas buscam, a partir do trabalho conjunto com instituições de ensino e associações, a obtenção de financiamentos imobiliários e investimentos. Paralelamente, o setor técnico acadêmico e industrial madeireiro vem realizando enormes esforços para divulgação e implantação desse sistema (MOLINA; JUNIOR, 2010).

A empresa catarinense Battistella foi uma das pioneiras a implantar o sistema plataforma em madeira para habitações de médio e alto padrão no Brasil. A unidade de produção de elementos construtivos do setor florestal da empresa (atualmente desativada) comercializava o Sistema Stella Casa Pronta – unidades habitacionais em madeira de *Pinus* voltadas para a população de alto poder aquisitivo. A empresa foi responsável por uma das primeiras casas do Brasil executadas no sistema plataforma em madeira, localizada na cidade de Viamão – RS, no ano de 2001.

O interesse em ampliar o seu segmento de mercado motivou a parceria da empresa com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Sob coordenação do Grupo de Estudos da Habitação (GHab), do Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira (GIEM) e do Laboratório de Sistemas Construtivos (Labsisco), foi desenvolvido um trabalho de pesquisa que culminou com a execução de um protótipo modelo de habitação de interesse social, construído em madeira proveniente de florestas plantadas, o protótipo Stella – UFSC (Figura 22). A principal meta do trabalho foi promover a visibilidade da madeira como alternativa de excelência para a construção habitacional no Brasil, especialmente na região Sul (SZÜCS, 2004).

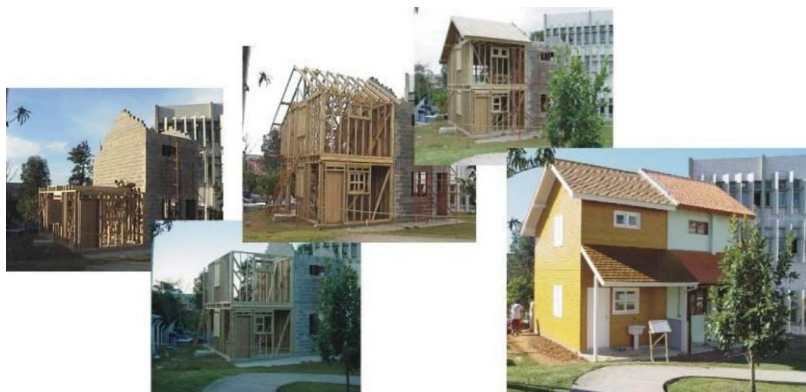


Figura 22 – Etapas de execução do Protótipo Stella-UFSC (VELLOSO, 2010)

De acordo com Souza (2010), a flexibilidade dos projetos neste sistema também é um fator positivo do ponto de vista ambiental, pois possibilita maior vida útil à edificação. O conceito de vida útil compreende não apenas aumentar a durabilidade da construção em termos físicos, mas também a sua durabilidade funcional e capacidade de acompanhar a evolução das necessidades dos usuários. Edificações neste sistema são adaptáveis, facilmente reformadas e podem ter suas peças reaproveitadas. Como ressalta a autora, aumentar a vida útil da edificação é certamente um dos principais desafios para aumentar a sustentabilidade na construção civil. Mello (2007) complementa enfatizando que um dos grandes atrativos das habitações no sistema plataforma é a facilidade de se modificar a residência. Sendo um sistema construtivo baseado em peças leves, com fixação simples e manipulação por máquinas manuais, este permite até que o próprio usuário possa efetuar as modificações necessárias, desde que orientado por profissional especializado. Trata-se de uma grande vantagem comparativa, pois, nas construções convencionais de alvenaria e concreto armado, as alterações da moradia têm que ser feita por equipes de pedreiros, produzindo resíduos e causando impacto ao meio ambiente (MELLO, 2007).

Ao abordar habitações em madeira construídas no sistema plataforma, não se pode deixar de trazer o exemplo bem-sucedido das casas norte-americanas. Estas são consideradas até hoje exemplos de melhor qualidade em termos de conforto e segurança de todo o mundo. Nos Estados Unidos, as moradias de madeira no sistema

plataforma representam 74% do total, chegando a 94% no Canadá (MELLO, 2007).

De acordo com Mello (2007), quando se trata da América do Norte, nenhum outro material de construção possui tantos anos de desenvolvimento de pesquisas técnicas em busca do seu melhor desempenho. Sendo assim, a normatização estabelecida e exigida torna-se um dos fatores do sucesso da casa norte-americana, de forma que os códigos de edificações são pautados pela premissa de prover altos níveis de segurança e saúde para os usuários.

Atualmente, as técnicas de industrialização da habitação de madeira permitem cada vez mais a produção de peças mais leves, resistentes, com formatos diferentes e tamanhos específicos. Além das novas tecnologias de design, corte e montagem, a convicção social e ambiental perante a arquitetura favorece a construção industrializada (CASAS PRÉ-FABRICADAS, 2009).

No Brasil, apesar da pouca experiência neste tipo de construção, já existem empresas que estão investindo na produção de casas pré-fabricadas no sistema plataforma com alto padrão de qualidade, tecnologia e inovação. A empresa paranaense TECVERDE é um exemplo no setor (TECVERDE – WOOD FRAME - TECNOLOGIA VERDE, 2011). As construções projetadas e produzidas por esta empresa fazem parte da coleta de dados desta pesquisa e, sendo assim, será abordada com profundidade no Capítulo 03.

2.2.2 Sistema construtivo leve em aço (*light steel-frame*)

O sistema construtivo *steel-frame* é tido como uma derivação *do wood-frame*. Mesmo sendo de materiais diferentes – aço e madeira – ambos tratam de um sistema plataforma, uma vez que as características construtivas são bastante semelhantes. Pelos atributos de construção industrializada e rápida, o *steel-frame* também ganha cada vez mais espaço no Brasil (ARCOWEB, 2010).

No final do século XIX e início do século XX a madeira ainda era abundante nos Estados Unidos e o sistema plataforma em madeira possuía características importantes para suprir o déficit habitacional que o país sofria. Conceitos advindos da Revolução Industrial, tais como velocidade e produtividade, fizeram com que o *wood-frame* conquistasse muito espaço durante este período.

Na metade do século XX, as siderúrgicas norte-americanas começam a colocar no mercado aços galvanizados, com espessuras reduzidas, para a produção dos quadros metálicos, com maior resistência a corrosão. Estes passaram a competir com os quadros de madeira e, de forma lenta e gradual, ocorreu a troca das estruturas de madeira, que se tornavam mais caras devido à escassez e ao aumento do preço da matéria-prima, por perfis leves de aço (ARCOWEB, 2010).

Assim como o *wood-frame*, o sistema construtivo *steel-frame* caracteriza-se por possibilitar construir com elevado nível de industrialização e organização, onde seus componentes inter-relacionam-se, integrando todo seu processo. Devido à característica do processo construtivo industrializado, transforma o canteiro de obra em uma bem organizada tarefa de construção, uma vez que emprega componentes para montagem (TECHNE 115, 2006).

Segundo Alvarenga e Calmon (2000 *apud* TECHNE 2006) o SBI (*Swedish Institute of Steel Construction*) registrou o termo LSF (*Light Steel-Frame*) para designar o sistema construtivo baseado em estrutura de aço leve. A edificação emprega perfis leves de aço estrutural, de pequena espessura, formando painéis portantes. O conceito estrutural do sistema está em distribuir as cargas por meio de uma modulação de perfis conformados em chapas finas de aço, dispostos paralelamente e equidistantes em 40 ou 60 centímetros, permitindo o uso de placas de gesso acartonado do lado interno e placas cimentícias e OSB (*Oriented Strand Board*) do lado externo, minimizando desperdícios (TECHNE 115, 2006). A Figura 23 ilustra uma construção em *steel-frame*.



Figura 23 – Execução de obras residenciais em *Steel-frame*
 (<http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/steel-framing-obra-rapida-18-01-2010>)

Assim como o sistema plataforma em madeira, a modulação no *steel-frame* permite o controle de utilização e a minimização do desperdício dos materiais complementares. Os passos da construção são semelhantes. Inicia-se com a execução da fundação, após são instalados os componentes metálicos da estrutura – que chegam prontos ao canteiro – montados e unidos com parafusos autobrocantes. Após, é feita a cobertura, também com perfis leves de aço, para proteger a obra das intempéries. Na sequência, vem a execução das lajes e o fechamento externo com OSB, que deve ser protegido com uma manta impermeabilizante que funciona como barreira contra a água. Semelhante ao *wood-frame*, os acabamentos externos podem ser variados, como placa cimentícia, *siding* de madeira ou vinílico, revestimentos cerâmicos, reboco e pintura, etc. Internamente as vedações podem ser feitas com gesso acartonado. Tudo segue um rigoroso e rápido processo de montagem que caracteriza um processo industrial (ARCOWEB, 2010).

Completam a lista de componentes as mantas e materiais para isolamento térmico e acústico (dentro das paredes), as tubulações e as telhas, que podem ser do tipo *shingle* ou de outros materiais. As esquadrias e os acabamentos são os mesmos utilizados nas construções convencionais. A estrutura é contraventada através de

perfis posicionadas no interior dos painéis conforme o projeto estrutural (ARCOWEB, 2010).

Uma obra em *steel-frame* necessita de projeto estrutural, e o cálculo da estrutura é feito em conformidade com a NBR 14.762: 2001 e os requisitos dos perfis pela NBR 15.217: 2005 (TECHNE 115, 2006).

A obra industrializada – de madeira ou aço – exige controle e planejamento, diminuindo imprevistos em relação a um sistema construtivo convencional. Apresenta curto prazo de execução, emprego de materiais que podem ser adquiridos regionalmente e mão de obra reduzida. O sistema e os demais componentes geram pouco resíduo e desperdício (TECHNE 115, 2006).

A Figura 24 ilustra a sequência de montagem de uma casa modular em *steel-frame*. Da produção na fábrica, o transporte, até a instalação no canteiro e a casa pronta. Esta foi desenvolvida pela empresa americana Marmol Radziner, localizada em Los Angeles, Califórnia (MARMORL RADZINER, 2012).

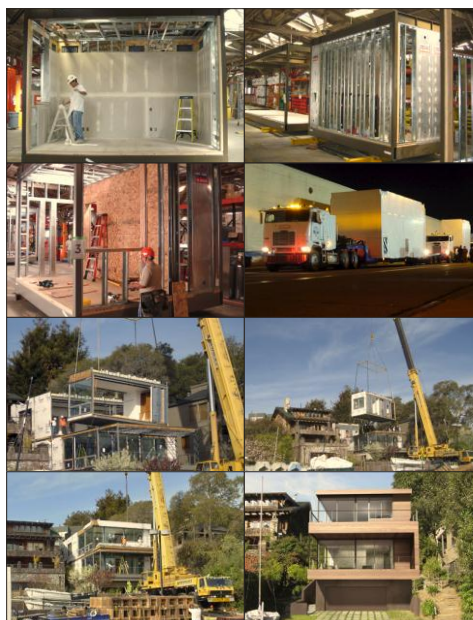


Figura 24 – Sequência da execução de casa pré-fabricada em *steel-frame* pela Marmol Radziner (EUA)

(<http://www.marmolradzinerprefab.com/custom-homes/fairview>)

De acordo com Mariutti (ARCOWEB, 2010), entre os principais avanços do *steel-frame* no Brasil, nos últimos dez anos, está o desenvolvimento da cadeia de fornecedores, que passou por um importante aperfeiçoamento. Atualmente os componentes do sistema construtivo têm garantia de qualidade e a maioria é feito no Brasil. A cadeia produtiva do *steel-frame* e seus subsistemas é cada vez mais nacional. A arquiteta Silvia Scalzo, do Departamento de inovação e construção, da ArcelorMittal – empresa multinacional produtora de aço (www.arcelormittal.com), reforça o enorme potencial para o crescimento do *steel-frame* para o uso não só em construções comerciais como residenciais (ARCOWEB, 2010).

2.2.3 Níveis de industrialização de casas pré-fabricadas

O processo produtivo de sistemas construtivos leves - *wood-frame* ou *steel-frame* – permite diferentes níveis de industrialização, que diferenciam o tempo que se executa a construção na fábrica ou no canteiro de obras. De acordo com Espindola (2010), a escolha do grau de industrialização dos sistemas leves depende de fatores relacionados com a realidade da técnica da construção local e da qualidade da mão de obra.

Os principais níveis de industrialização de casas pré-fabricadas em sistemas construtivos leves são: a casa modular (*modular home*), a casa composta por painéis (*panelized home*) e a casa em kits (*kit home* ou *stick built home*) (O'BRIEN, 2000, *apud* ESPINDOLA, 2010).

De acordo com Espindola (2010), a característica da casa modular refere-se à definição de um módulo tridimensional, como um componente ou unidade independente que possibilita a padronização e a intercambialidade, permitindo a criação de variedades. Na casa modular, os módulos múltiplos são construídos nas fábricas como unidades individuais, utilizando as técnicas do sistema plataforma. Depois dos módulos finalizados, estes são transportados por caminhões ao canteiro, onde são instalados e unidos sobre as fundações permanentes. Estas devem ser executadas de forma rigorosa a fim de que os módulos se encaixem sem problemas de montagem. As casas modulares têm como vantagem a montagem rápida, no entanto, devem ser bem projetadas, pois não permitem alterações do projeto no canteiro (ESPINDOLA, 2010) (Figura 25 e 26).



Figura 25 e 26 – Módulo sendo transportado e instalado no terreno
(<http://www.treehouse.pt>)

Os módulos tridimensionais – de madeira ou de aço - têm, normalmente, as dimensões de 2,5 a 4,0 metros de largura, 2,5 a 3 metros de altura e 12 metros de comprimento (GAUZIN-MÜLLER, 1990). As paredes dos módulos podem ser abertas ou fechadas, da mesma forma que no caso de construção em painéis descrita a seguir.

Na casa montada com painéis, os subsistemas, como painéis de parede e pisos, são precisamente cortados e montados na fábrica e, posteriormente, enviados ao canteiro de obras, onde serão fixados sobre a fundação permanente. Segundo Espíndola (2010), os painéis de parede podem ser encaminhados à obra abertos ou fechados. São abertos quando a ossatura da parede é revestida por chapas apenas no lado exterior, enquanto a face interior permanece sem vedação para a adição da instalação elétrica e hidráulica no canteiro. Os painéis fechados são aqueles em que a parede é inteiramente montada na fábrica, inclusive as partes elétricas e hidráulicas.

Os painéis podem ser painéis pequenos ou grandes, os pequenos são elementos da parede portante e, normalmente, têm dimensão inferior a 2,40 m de largura, sendo possíveis de serem transportados manualmente. Na maioria das vezes os painéis pequenos são abertos. Os painéis grandes possuem as suas dimensões limitadas pela restrição de transporte e com frequência são painéis fechados. Na maioria das vezes, painéis grandes necessitam de guinchos para serem instalados (GAUZIN-MÜLLER, 1990). Seja na elaboração do projeto ou durante a montagem da casa, em casas compostas por painéis a flexibilidade torna-se mais acessível, ao se comparar com casas modulares.

Nas casas em kits, todas as peças são cortadas na fábrica e o conjunto é transportado até o canteiro de obras e montado a seguir. Os conjuntos podem ser diferenciados em função dos componentes na construção, como sistemas de vedação, piso, cobertura e esquadrias.

De acordo com Espindola (2010), esse sistema é o menos industrializado entre os três citados anteriormente e requer maior esforço e tempo para montagem no canteiro. No entanto, permite maior diversidade de formas.

No primeiro nível, em módulos, a quantidade de trabalho é maior na indústria, já no terceiro, casa em kits, o trabalho é maior na instalação e montagem no terreno. A Figura 27 exemplifica os três principais níveis de pré-fabricação relacionados à demanda de tempo na fabricação e na execução das casas.



Figura 27– nível 01 (casa modular), nível 02 (casa em painéis), nível 03 (casa em kits)

Ainda se pode acrescentar a casa pré-fabricada móvel (*mobile prefab home*), em que a casa é totalmente pré-fabricada na indústria, transportada e instalada completa no terreno. Desta forma, a casa sempre terá que respeitar as limitações dimensionais do transporte (Figuras 28 e 29).



Figura 28 e 29 – casa pré-fabricada móvel: transporte e casa instalada

Se no Brasil os sistemas construtivos pré-fabricados ainda são vistos com desconfiança, no contexto internacional as casas pré-fabricadas são campeãs absolutas de venda. Na França, por exemplo, das 220 mil casas individuais construídas a cada ano, apenas 7% são projetadas sob medida por um arquiteto. O restante é formado pelas casas pré-fabricadas, escolhidas nos catálogos distribuídos por vários fabricantes (ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO, 2008).

Mundialmente, vive-se um período de retomada do interesse pelo setor da pré-fabricação na arquitetura. Este se iniciou no final da década de 1980 do século XX, quando as ideias associadas à construção barata e pouco atraente começaram a mudar. A pré-fabricação de casas está passando por um momento de inovação e grande interesse, inspirando uma mudança na maneira de pensar a construção de casas e as formas de morar. A Figura 30 demonstra um exemplo da quantidade de publicações recentes sobre este tema, demonstrando o interesse pela pré-fabricação. É somente uma amostra de uma quantidade de referências que vem se formatando sobre o tema, resposta à demanda do crescente desejo de conhecimento.

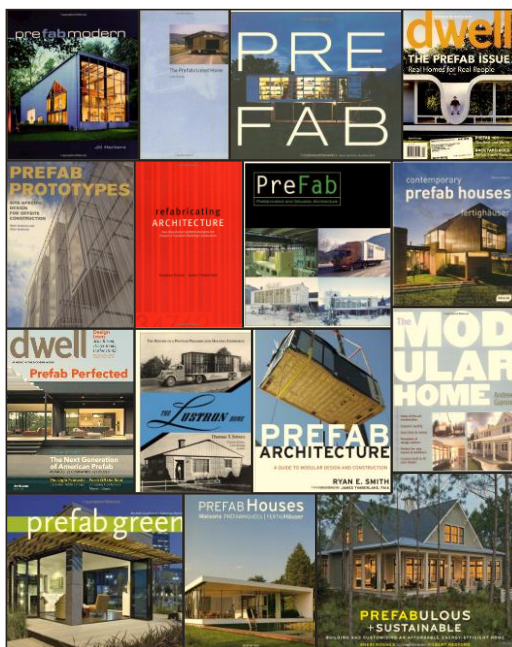


Figura 30 – Publicações recentes sobre o tema pré-fabricação
(<http://fabprefab.com/fabfiles/infosourcehome>)

O sistema de pré-fabricação de casas chamou atenção do MOMA – Museu de Arte Moderna de Nova Iorque, que, em 2008, apresentou a exposição *Home Delivery: fabricating the modern dwelling* (<http://www.momahomedelivery.org/>). A exposição compreendeu um levantamento da história da pré-fabricação de construções, assim como as mais recentes manifestações arquitetônicas neste campo. Foram exibidos exemplos de linhas de casas pré-fabricadas concebidas por renomados arquitetos, como a *Cellophane House* (Figura 31), modelo projetado pelo premiado escritório de arquitetura KieranTimberlake Associates, envolvido cada vez mais na pesquisa de casas pré-fabricadas.



Figura 31 – Cellophane House – KieranTimberlake Associates – MOMA-2008
(<http://www.momahomedelivery.org>)

A expansão global dos sistemas pré-fabricados explica também por que grandes empresas do setor do lar, como a IKEA (www.ikea.com), a maior empresa deste setor no mundo, já oferecem seus próprios modelos. Chamada BOKLOK (www.boklok.com), são casas construídas no sistema plataforma em madeira (*wood-frame*), que, semelhante aos outros exemplos, buscam oferecer um produto mais sustentável, moderno e muito acessível. Oferecem espaços amplos, flexíveis, em layouts integrados, para que o usuário possa definir suas próprias necessidades. Oferece modelos como a BoKlok Terraced House e a BoKlok Apartment Building (Figura 32). A primeira proposta para uma necessidade maior (dois andares, três dormitórios, terraços, etc.) e outra pra pequenos apartamentos, sendo que cada bloco consiste em seis unidades. A BOKLOK torna-se cada vez mais popular, tendo edificações construídas na Alemanha, Inglaterra e nos países da Escandinávia.



Figura 32 – Casas pré-fabricadas IKEA: BoKlok Terraced House (esquerda), BoKlok Apartment Building (direita) - (www.boklok.com).

Apesar de pré-fabricadas, as novas ofertas apresentam maior possibilidade de personalizar e ampliar seus domínios. Uma grande variedade de componentes pode ser combinada para formar diferentes espaços e volumes. Personalizar, portanto, passa a significar usar componentes padronizados para criar o produto final, a casa individualizada (ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO, 2008).

Entretanto, a casa totalmente individualizada – ou personalizada – vai contra muitos dos princípios originais da pré-fabricação, e o desafio torna-se produzir mecanismos de diferenciação adaptáveis aos sistemas construtivos pré-fabricados. Sendo uma tendência a pré-fabricação de casas e, em paralelo, a necessidade de exclusividade por meio de um produto personalizável, a abordagem presente passará a explorar a demanda por personalização das casas através e de que maneira as empresas construtoras podem incorporar este processo em seus produtos. É essencial voltar-se as características existentes na relação entre o usuário e o ambiente construído, assim como conceitos de flexibilidade e customização de projetos.

CAPÍTULO 3: A PERSONALIZAÇÃO ATRAVÉS DA FLEXIBILIDADE

3.1 DA CONSTRUÇÃO MASSIFICADA À DEMANDA POR PERSONALIZAÇÃO

Em sua evolução, os sistemas industrializados de construção passaram por fases em que os resultados estéticos e compositivos não foram satisfatórios. Os primeiros sistemas pré-fabricados tinham como premissa de projeto a funcionalidade técnica, na qual prevalecia a rigidez das máquinas e processos de fabricação dos componentes, originando uma arquitetura pobre e repetitiva (SZÜCS, 2004).

Sendo assim, as virtudes da construção pré-fabricada ainda não são universalmente apreciadas. De acordo com Sydner e Catanese (1984), muitos veem o processo como levando a uma eventual desumanização da construção, quando reduz a escolha a um mínimo de componentes-padrão de tamanho e caráter limitados.

A Revolução Industrial influenciou todos os aspectos da vida humana. Passou-se a produzir milhões de produtos idênticos, ressaltando-se os seguintes conceitos: padronização, especialização, sincronização, concentração, maximização e centralização (CAMPANHOLO, 1999, *apud* BRANDÃO; HEINECK, 2007). Estas características tipificam e proporcionam a produção em massa. Os consumidores, por sua vez, aceitaram produtos padronizados, facilitando a redução de custos e a extensão do mercado, além de encorajar a demanda por produtos homogêneos.

Na era industrial, a tecnologia exerceu forte pressão para a padronização e a massificação, não apenas dos produtos, que não eram tão diversificados como atualmente, mas também do trabalho e serviços. Consumidores aceitaram produtos padronizados, encorajando a demanda de produtos homogêneos (FRUTOS; BORENSTEIN, 2001)

Nos anos 1970, ocorreram, no Brasil, as primeiras experiências de produção de habitações em escala, decorrentes do estímulo do Estado à introdução de inovações tecnológicas na atividade da construção civil. Paralelamente, no mesmo período, na Europa, a crise atingia o setor da construção civil, o que fez com que os sistemas industriais fechados comesçassem a dar lugar a sistemas abertos e mais flexíveis, capazes de atender melhor às novas características do mercado (BRANDÃO; HEINECK, 2007).

A França pode ser destacada como o país de maior pioneirismo na redefinição da industrialização para sistemas abertos, a partir da necessidade de garantir flexibilidade ao processo produtivo, para atender às novas exigências de diversificação do produto e de agilidade no atendimento a demandas heterogêneas (FARAH, 1990 *apud* BRANDÃO; HEINECK, 2007).

No Brasil, a construção de habitações passou a refletir certo esgotamento das alternativas de construções baseadas em grandes conjuntos habitacionais massificados. De acordo com Brandão e Heineck (2007), na indústria da construção, os métodos tradicionais de desenvolvimento e a produção de moradias, a partir do conceito de família média, vem desaparecendo. Cada vez mais as moradias são construídas para satisfazer famílias com estilos de vida particulares e necessidades específicas de equipamentos no lar. Os estilos de vida e os esquemas de trabalho tornaram-se cada vez mais individualizados e, por essa razão, um número cada vez maior de clientes deseja ver seus projetos desenvolvidos sobre bases individuais (BRANDÃO; HEINECK, 2007).

No início dos anos de 1980, o setor da construção civil passou a buscar responder às novas demandas de projetos flexíveis. Inicialmente respondendo aos segmentos mais altos da sociedade, neutralizava a falta de financiamento através do foco em clientes com maior poder aquisitivo, porém, mais exigentes. Este objetivo, especialmente em edifícios residenciais, levou as empresas do setor a se preocuparem com a qualidade e a flexibilidade, oferecendo alternativas de personalização nos projetos (BRANDÃO, 1997, 2002 *apud* BRANDÃO; HEINECK, 2007).

Atualmente, a sociedade é muito mais heterogênea que um século atrás e, conseqüentemente, com diferentes necessidades e desejos. A demanda por personalização é uma realidade comportamental que atinge diretamente o mercado como um todo, refletindo na indústria da construção civil e na prática da arquitetura (FRUTOS; BORENSTEIN, 2001).

Um número cada vez maior de consumidores deseja produtos personalizados que satisfaçam melhor suas preferências pessoais em vez de produtos projetados para um usuário médio anônimo. De acordo com Frutos e Borenstein (2001), esta tendência deve conduzir a uma participação crescente do cliente durante as etapas de projeto.

Várias forças convergiram para a personalização, tais como o elevado padrão socioeconômico de parte da população, que assim se tornou capaz de satisfazer anseios relativamente individualizados. Durante toda a era industrial, a tecnologia exerceu forte pressão para a padronização, não apenas dos produtos como do trabalho. Atualmente emerge uma nova tendência, que tem justamente o efeito oposto: “despadronizar” (CAMPANHOLO, 1999, *apud* BRANDÃO; HEINECK, 2007).

Caracterizada pela integração entre cliente e empresa – no projeto, produção, estratégia e serviços –, a customização de produtos e serviços representa hoje uma importante estratégia de negócios. Customizar – ou personalizar – um produto produzido em série, isto é, em massa, refere-se à habilidade de fornecer produtos e serviços projetados individualmente para cada usuário através de processo de grande flexibilidade e integração.

Davis (1989, *apud* FRUTOS; BORENSTEIN, 2001) define o conceito como a habilidade de fornecer produtos projetados individualmente para cada consumidor através de processos de grande agilidade, flexibilidade e integração.

Mesmo tendo origem em conceitos de administração de operações voltadas para produtos e serviços, a customização em massa vem sendo utilizada cada vez mais por empresas do setor da construção civil, especialmente em apartamentos e casas pré-fabricadas, já que se trata, também, de uma produção seriada. Segundo Frutos e Borenstein (2001), a customização do produto é de vital importância para a satisfação do usuário, cada vez mais desejoso de um espaço que ofereça exclusividade.

Customizar uma produção em massa está diretamente ligado às casas pré-fabricadas e à flexibilidade de projetos. Trata-se de um conceito sistêmico que envolve todos os aspectos de desenvolvimento, produção, distribuição do produto e venda. Ou seja, o ciclo completo entre a escolha de opções do cliente e a entrega do produto acabado.

Sendo a tendência da pré-fabricação da habitação uma realidade, o conceito de customização de massa emerge como uma alternativa importante para que as empresas do setor supram a demanda crescente por personalização, variedade e exclusividade. A customização surge não só como uma alternativa de diferenciação no sentido de mercado, mas também como uma forma de aproximação do

usuário, sendo uma maneira de oferecer liberdade de escolha para se chegar à solução mais próxima do ideal.

Neste sentido, torna-se essencial explorar as características existentes na relação entre o usuário e o ambiente construído, assim como os níveis de flexibilidade possíveis de serem incorporados a um projeto de uma casa pré-fabricada. O conceito de flexibilidade incorporado ao projeto será revisado a seguir.

3.2 A FLEXIBILIDADE NA ARQUITETURA

Buscando a origem dos conceitos de flexibilidade, Hertzberg (2006) pondera que durante o movimento moderno, mais precisamente na arquitetura funcionalista, a flexibilidade se tornou uma palavra mágica, tratada como a solução para curar todos os males da arquitetura. Para os arquitetos funcionalistas, se o projeto do edifício fosse neutro, ele serviria para vários usos. Flexibilidade está associada à neutralidade, pois pode significar que um edifício sirva para diversos usos, podendo, portanto, pelo menos em teoria, absorver e abrigar a influência de diversos momentos e situações de mudança. Porém, para que um sistema seja totalmente flexível, seu projeto deve ser neutro, capaz de absorver novas alternativas. Entretanto, a neutralidade consiste apenas na ausência de identidade, na falta de traços característicos e, conseqüentemente, de atratividade (HERTZBERG, 2006).

De acordo com Schneider e Till (2006), a ideia de que uma casa seja capaz de acomodar mudanças tem sido tema de diversas discussões, sendo que este debate também gera muitos oponentes, uma vez que a flexibilidade vem sendo atacada como ‘falsa neutralidade’ e é, frequentemente, considerada um mito ideológico ou apenas um ‘brinquedo’ da arquitetura. No início de década de 1990, James Stirling declarou que estava “cansado da chatice da falta de significado, comprometimento, flexibilidade neutra e incompletude da arquitetura do presente” (SCHNEIDER; TILL, 2006).

Na abordagem de Hertzberg (2006), a flexibilidade é, sob um aspecto, tratada como a falta de uma solução. Este conceito tem seu ponto de partida na certeza de que a solução correta não existe. Para o autor, a flexibilidade pode parecer inerente à relatividade, porém, na verdade, está ligada apenas à incerteza. Embora uma formulação flexível adapte-se a cada mudança que surja, não pode ser nunca a

solução mais adequada. Sendo, portanto, o conjunto de todas as soluções inadequadas para um problema.

A flexibilidade está associada a alguns conceitos-chave da ideologia modernista, como o interesse por novos modelos de habitação. Arquitetos, particularmente nos anos 20, foram questionados sobre a existência de padrões de vida, uso e espaço, e aproximaram a edificação a algo que pode mudar ao longo da vida e que pode adaptar-se aos desejos dos seus habitantes.

A arquitetura moderna avançou em uma nova forma de projetar, em que novos elementos de projeto são introduzidos, que fazem parte de uma linguagem que possibilita maior flexibilidade, como por exemplo: a continuidade do espaço; paredes internas divisórias não-estruturais; paredes externas não estruturais; divisórias internas móveis; organização segundo núcleo de serviços; mobiliário projetado integrado à arquitetura (FINKELSTEIN, 2009).

Conforme aponta Finkelstein (2009), a arquitetura moderna propicia aos subsistemas que a compõem que os mesmos sejam independentes entre si e que possam ser isolados. Dessa forma a estrutura do conjunto, as fachadas e a divisão interna são independentes e, ao mesmo tempo, devem ser compatibilizados.

Le Corbusier, por exemplo, criou preceitos de uma composição arquitetônica fundamentais para o desenvolvimento e a solidificação das bases de uma arquitetura flexível. Os cinco pontos relacionados pelo arquiteto em 1926 sintetizam seu pensamento sobre a arquitetura moderna, que deveria ter: terraço sob pilotis; planta livre – separação entre a estrutura e a vedação; fachada livre – planta livre na vertical; janelas em fita; terraço jardim – cobertura plana (FINKELSTEIN 2009).

Mies van der Rohe também contribuiu substancialmente para o estudo do papel da flexibilidade na arquitetura. Para o arquiteto o que deve possuir flexibilidade é a função enquanto a forma deve ser neutra o suficiente para possibilitar que isso possa ocorrer. Declara, em 1927, que a crescente complexidade das exigências das pessoas requer a flexibilidade. E complementa enfatizando que a construção em esqueleto permite a criação de interiores com liberdade, sendo os banheiros e cozinha como um núcleo fixo, ideia central da Casa Núcleo (FRAMPTON, 2003 *apud* FINKELSTEIN, 2009).

Muitos dos projetos realizados por Mies possuem na origem de sua concepção a teoria desenvolvida para a Casa Núcleo. O projeto desta casa consiste em um espaço quadrado vedado com vidro com

apenas quatro colunas exteriores que sustentam a cobertura plana. O interior é livre, flexível e sem paredes, sendo a configuração feita com móveis, cortinas ou divisórias leves em torno de um núcleo de serviços fixo. Assim, o número, tamanho e posição dos quartos podem ser facilmente adaptados de acordo com as circunstâncias (COLOMBO, 2011).

De acordo com Colombo (2011), o nome Casa Núcleo ressalta a ideia de um núcleo de serviços compacto que se torna bem definido através da mínima utilização de paredes. Surgiu do interesse de Mies por uma casa adaptável a diferentes famílias e lugares. Neste sentido poderia ser construída em três tamanhos e receber diferentes arranjos para o núcleo de serviços (figura 33).



Figura 33: Casa Núcleo, variações de tamanho baseadas em desenhos originais de Mies van der Rohe. O arranjo interno para as versões pequena e grande são hipoteticamente sugerido pela a autora Luciana Fornari Colombo (2011). (<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.130/3782>)

Neste projeto estavam contidas as reflexões de Mies sobre a arquitetura como um pano de fundo para as pessoas, com o mínimo uso de elementos, as possibilidades de um espaço unificado, e o quão longe se pode ir na simplificação da ideia de habitação e como viver dentro dela (COLOMBO, 2011).

Entre os edifícios residenciais significativos do ponto de vista da flexibilidade, Mies projeta os prédios de apartamentos Lake Shore Drive, em Chicago (EUA), em 1951. Onde aplica o conceito da casa Núcleo condensando o núcleo de cozinha e banheiros ao redor de dois elevadores no centro de uma espessa laje. Desta forma uma grande área poderia ser subdividida segundo variações de tamanhos e tipos das unidades (FINKELSTEIN, 2009) (Figura 34).



Figura 34: Planta do edifício Lake Shore Drive – Chicago, 1951
(FINKELSTEIN 2009)

Segundo a abordagem de Schneider e Till (2006), Mies Van der Rohe reconhece que edificações geralmente duram mais que as funções para as quais elas foram inicialmente projetadas, considerando a flexibilidade como um dos mais importantes conceitos da arquitetura. Em 1927, o arquiteto já ressaltava que a construção em *frame* seria a mais apropriada forma de construção para tratar com as diferentes necessidades dos ocupantes, permitindo a eles a testarem uma grande variedade de *layouts*.

Na prática, no Brasil, os projetos flexíveis – de forma inicial – surgiram como um recurso mercadológico adotado pelas empresas de construção. A estratégia, adotada especialmente em apartamentos, surgiu quando as empresas do setor passaram a financiar seus próprios empreendimentos. Ao vender o imóvel ainda “na planta”, o tempo até a entrega da obra estava disponível para o relacionamento entre o comprador e a empresa. Do processo de personalização, surgiu a necessidade de se investir em uma maior integração entre os setores de projeto, execução, aquisição de materiais e venda (BRANDÃO; HEINECK, 2007).

De acordo com Brandão e Heineck (2007), são fenômenos sociais e econômicos que demandam alternativas flexíveis na habitação. A diversidade do morar envolve a evolução demográfica, a diversificação das configurações familiares nas décadas recentes, os novos papéis assumidos pela mulher, o advento do *home-office* e o impacto de novas tecnologias e mídias no espaço doméstico. A organização do

espaço e o projeto devem ser compatíveis com diferentes padrões de vida no decorrer do tempo, ou seja, com multiplicidade de usos.

Especialmente em lugares onde o mercado de casas pré-fabricadas já é consolidado, o interesse é crescente pela aquisição de casas que reflitam sua personalidade, configurada de acordo com as suas necessidades. Diante desta demanda, empresas construtoras investem em alternativas para tentar oferecer exatamente o que as pessoas desejam, com preços acessíveis, eficiência e qualidade. De acordo com Nahmens (2007), a customização em massa é considerada o caminho para oferecer uma variedade de soluções individuais incorporadas a uma produção industrial.

Existe uma grande variedade de conceitos acerca do tema flexibilidade nas habitações, sendo muitos deles considerados sinônimos. Cada autor estabelece uma classificação à sua maneira, entretanto, o sentido é comum, na busca de investigar maneiras do espaço construído se adaptar aos desejos dos usuários.

Segundo Schneider e Till (2006), uma casa flexível pode ser definida como uma casa que foi projetada para absorver escolhas, em termos de uso social e de construção. Ou uma casa que foi projetada para absorver mudanças durante sua vida útil. Para os autores, o grau de flexibilidade é determinado em duas partes: primeiro a oportunidade para adaptação, definida pela capacidade de diferentes usos sociais; a segunda, a oportunidade para flexibilidade, definida como a capacidade física de arranjos.

Em questões econômicas, como aponta Schneider e Till (2006), desenhar uma casa que reflete somente um tipo de usuário em um momento específico de vida reflete uma maneira de pensar que está baseada em um curto prazo econômico.

Na conceituação de Joedicke (1979 *apud* BRANDÃO, 2006), a flexibilidade é definida como a possibilidade de um espaço permitir diversas funções sem modificar as partes construídas. Quando existe a possibilidade de variar os elementos construídos, uma parede, por exemplo, o autor define como variabilidade. Em sentido semelhante, Wienands (1979 *apud* BRANDÃO 2006) relaciona as quatro principais possibilidades de comportamento frente às modificações: 1) a flexibilidade, sendo a multiplicidade de usos na habitação; 2) a variabilidade, sendo a modificação construtiva; 3) a mobilidade, sendo a modificação do lugar com elementos definidores de espaço

transportáveis; 4) a adaptabilidade, sendo a capacidade de adaptação humana.

Segundo Bonin (1987, *apud* ESPINDOLA, 2010), o conceito de flexibilidade está relacionado com a possibilidade de se produzir diferentes edificações a partir de um conjunto de subsistemas e com a possibilidade de se alterar a edificação facilmente durante o tempo de sua utilização. De acordo com Espindola (2010), além da satisfação do usuário pela composição espacial adaptada à sua necessidade, a flexibilidade é também interessante para possibilitar a aplicação de materiais disponíveis regionalmente.

Um projeto flexível é aquele que possibilita um conjunto de arranjos espaciais, usos e ampliações, sem inviabilizar o uso da edificação original durante a obra e sem que sejam necessárias grandes alterações na mesma. Digiacomo e Szücs (2003 *apud* KRAMBECK, 2006) descrevem as maneiras de se alcançar a flexibilidade no espaço. São elas: 1) planta livre: com o arranjo de divisórias removíveis dentro do invólucro da edificação; 2) construção em etapas: com expansão externa, fora do perímetro inicial da edificação, ou interna, através da apropriação dos espaços contidos na edificação original, e; 3) multifuncionalidade espacial: onde o uso dos espaços da edificação é determinado pelo usuário.

De acordo com Brandão e Heineck (2007), a flexibilidade refere-se à sobreposição de funções de ambientes. Quando ocorre com intervenção construtiva para a geração de opções, ainda na etapa de construção, a flexibilidade também pode ser definida como sinônimo de variabilidade. Dessa forma, pode ser chamada de flexibilidade inicial. A flexibilidade permanente na habitação acontece durante o uso e é mais estudada no âmbito da arquitetura.

Brandão e Heineck (2007) relacionaram as classificações de flexibilidade consideradas mais relevantes. Sendo estas classificadas quanto ao âmbito temporal e quanto à estratégia de comercialização da habitação. São descritas a seguir.

a) Classificação da flexibilidade no âmbito temporal

As categorias mais básicas de flexibilidade arquitetônica são a flexibilidade inicial e a flexibilidade contínua (SEBESTYEN, 1978 *apud* BRANDÃO; HEINECK, 2007). A inicial é a que acontece desde o momento de concepção até o da ocupação. É caracterizada por estratégias que permitem a escolha do projeto e/ou personalização da

habitação para os futuros moradores. É também equivalente à flexibilidade de projeto e variabilidade. O grau de variabilidade pode ser medido pelo número de variações arquitetônicas razoavelmente possíveis. A flexibilidade contínua, por sua vez, é definida por estratégias que permitem a flexibilidade durante o uso da habitação. Também equivale à flexibilidade posterior, flexibilidade funcional ou flexibilidade permanente. O grau de flexibilidade contínua pode ser medido pelo número de adaptações razoavelmente possíveis.

A flexibilidade contínua, ou permanente, pode ainda ser dividida, segundo Galfertti (1997 *apud* BRANDÃO; HEINECK, 2007), em três conceitos básicos: mobilidade, evolução e elasticidade (termo errado – construção em etapas!). A mobilidade significa a capacidade de modificar os espaços internos de forma rápida e fácil, para se adaptar às diferentes atividades e períodos do dia; a evolução, a capacidade de modificação a longo prazo, decorrente das mudanças na estrutura familiar; a elasticidade seria o modo de modificar a área da superfície habitável mediante a adição de um ou mais cômodos.

b) Classificação da flexibilidade quanto à estratégia de comercialização

Neste sentido, a flexibilidade pode ser de dois tipos: a permitida e a planejada (BRANDÃO; HEINECK, 2007).

Permitida: possibilidade de alterar ou personalizar o projeto quando uma só opção é oferecida inicialmente (também chamada de negociação de pequenas alterações).

Planejada: é a empresa que elabora todos os *layouts* alternativos. Torna-se cada vez mais comum as empresas oferecerem várias opções de planta e acabamentos para um mesmo imóvel. Considerando a área reduzida, sobretudo em apartamentos, trata-se de um ambiente poder ser projetado para mais de uma função; espaços divididos em dois cômodos ou um amplo.

Friedman (1997; 2002 *apud* BRANDÃO 2006) apresenta uma classificação não por tipos, mas pelo diagnóstico do processo, baseada em projetos de casas com dois pisos principais. São quatro as possibilidades de intervenção, propostas por Friedman (organizadas por DIGIACOMO, 2004 *apud* BRANDÃO, 2006):

1. Manipulação de volumes: a intervenção pela combinação de vários pavimentos para que haja uma ou mais unidades diferentes.
2. Arranjo espacial: a intervenção pela utilização de ambientes multiusos, pela adaptação de ambientes para outras funções e atividades ou pela utilização de divisórias ou móveis para definir as diferentes distribuições espaciais.
3. Adição e divisão: a intervenção por adição corresponde à expansão além do seu tamanho original, ou dentro do seu volume original. A intervenção por divisão ocorre quando uma habitação permite o seu desdobramento em uma ou mais unidades.
4. Manipulação de subcomponentes: a intervenção através de elementos de fachada, peças pré-fabricadas de banheiros e cozinhas, unidades modulares de armazenamento, dentre outros. A manipulação destes componentes pode modificar, adaptar e renovar a habitação para seus usuários, sem que a estrutura original seja afetada.

O autor Brandão (2006) desenvolveu um amplo estudo sobre o tema da flexibilidade e suas formas de aplicação e incorporação ao projeto arquitetônico. Parte da sua investigação foi feita através do estudo da flexibilidade em apartamentos, sendo analisados cerca de mil projetos (plantas provenientes de propaganda dos empreendimentos) oriundos de mais de vinte cidades brasileiras, a maioria, capitais dos estados.

Na pesquisa, sintetizou cinco formas principais de aplicação da flexibilidade, sendo estas: 1) diversidade tipológica: quando se explora apenas a variabilidade, sem possibilidade de modificação; 2) a flexibilidade propriamente dita: quando se pode gerar mais de um arranjo, obtendo variabilidade por meio de construção; 3) a adaptabilidade: quando se pode obter a alternância ou a sobreposição de funções nos ambientes, sem construção, seja pela neutralidade do ambiente, seja pelo uso de elementos móveis como portas de correr, por exemplo; 4) a ampliabilidade: quando a habitação pode ser ampliada externamente, ou mesmo internamente, como no caso da construção de mezaninos; 5) a junção / desmembramento: quando a habitação pode ser dividida em duas ou, de forma contrária, quando duas habitações podem ser agrupadas, formando uma só.

Em outro sentido, a pesquisa do autor explorou a maneira de garantir a flexibilidade em Habitações de Interesse Social (HIS). Brandão (2011) reuniu diversas recomendações que devem ser

consideradas pelos projetistas que visam desenvolver habitações adaptáveis e evolutivas.

De forma sintética, as diretrizes consideram: a) o arranjo espacial – quanto à forma e dimensão dos cômodos e quanto ao sentido de expansão da moradia; b) as esquadrias e aberturas – quanto ao posicionamento estratégico nos ambientes; c) a cobertura: definindo uma altura e um sistema possível de se adequar à expansão; d) a estrutura: recomenda a separação da estrutura e da vedação, para permitir mais liberdade, assim como a preparação da estrutura para receber outros pavimentos; e) as instalações: com a recomendação de dimensionar tubulações maiores, tanto para outros circuitos elétricos como para o possível aumento da vazão de água, e também a locação de tomadas e luminárias de forma que não condicione o ambiente e dificulte novos arranjos espaciais; f) a divisão de ambientes e o mobiliário: utilizar divisórias desmontáveis e/ou móveis, como agentes de integração e separação de ambientes, assim como evitar móveis fixos; g) terreno e tipologia: prever afastamentos que permitam ampliações em vários sentidos; h) apoio ao usuário: fornecer projetos de opções de ampliações, e criar um manual do usuário da habitação.

Finkelstein (2009) aborda a flexibilidade em projetos de edifícios residenciais, e enumera os elementos facilitadores da flexibilidade considerados de relevância para um projeto, que seriam:

a) estrutura independente; b) modulação no projeto; c) paredes divisórias internas leves; d) divisórias móveis; e) mobiliário como divisória; f) núcleos de circulação vertical; g) núcleos de banheiro e cozinha; h) *shafts* (dutos de instalações verticais); i) fachada livre; j) grelha, *Brise-Soleil*, varanda; k) ambiente único com ausência de divisões internas; l) pisos elevados; m) armários embutidos; n) terraços.

De acordo com Galfetti (1997 *apud* FINKELSTEIN, 2009), conceitos como flexibilidade, mobilidade e tecnologia marcam linhas de evolução e procuram preencher a falta de contato entre o arquiteto e o cliente final. No caso de casas pré-fabricadas, quando adquiridas pelos usuários prontas, a flexibilidade contribui também como um mecanismo efetivo para compensar a lacuna na conexão entre o arquiteto e o ocupante desconhecido.

O desafio frente às empresas de casas pré-fabricadas está em produzir um sistema flexível, acessível ao usuário, capaz de oferecer possibilidades de participação e configuração espacial, sem oferecer

uma solução totalmente neutra, e, conseqüentemente, vazia, sem atratividade.

De acordo com Schneider e Till (2006), para que a flexibilidade na habitação atinja o seu potencial, ela deve significar mais que intermináveis mudanças sem determinantes fixos. O princípio de permitir a flexibilidade na casa, em arranjos sociais e físicos, deve ser sensível e aparente para o usuário. Neste sentido, investigar a relação do usuário com o ambiente torna-se de máxima importância.

3.3 SIGNIFICADOS E DEMANDA PELA PERSONALIZAÇÃO DA HABITAÇÃO: a relação do usuário com o ambiente construído

A possibilidade de personalizar, ser diferente, é uma característica intrínseca ao ser humano. Atualmente, a demanda por personalização é ainda mais intensa; é uma realidade inevitável. Percebe-se que o usuário deseja incorporar sua identidade, original e exclusiva, ao seu ambiente construído, diferenciando-se e evidenciando a sua individualidade. Neste processo, tornam-se cada vez mais distante as interpretações dos arquitetos sobre um fenômeno tão individual, e, portanto, é cada vez mais importante que o usuário interfira, modifique e se relacione com o ambiente à sua maneira. Neste sentido, a arquitetura não trata somente de seu estado físico, e sim de uma integração constante com o usuário.

Desde os tempos de Vitruvius (Século I a.C), as metas da arquitetura têm sido expressas em três valores: a firmeza, que seria a tecnologia, a comodidade, tratada como a função, e o prazer, atribuído à estética. Segundo Moore (1984), a arquitetura é uma disciplina sintética e, assim, esses elementos sempre vieram da engenharia, das ciências sociais e das artes, respectivamente. Foram integrados pelos arquitetos através dos processos de projetos e uma arquitetura de qualidade sempre correspondeu a eles.

Com a complexidade atual do mundo, o conhecimento relacionado às áreas que compõem a arquitetura ficou mais volumoso e especializado. Atualmente, muitos arquitetos enfatizam mais um valor do que outro. De acordo com Moore (1984), uma arquitetura de qualidade deve responder a todos.

Na abordagem de Moore (1984), os três valores de Vitruvius interferem na relação constante que o usuário estabelece com a arquitetura, isto é, no comportamento ambiental. O aspecto de

pesquisa é comumente chamado de “psicologia ambiental”, enquanto os aspectos aplicados são chamados de “necessidades do usuário”. Incluem a análise das relações entre o ambiente e o comportamento humano e suas implicações no projeto.

Nos estudos do comportamento ambiental, a funcionalidade refere-se também a conceitos dimensionais. Estes fatores estão relacionados à maneira que o usuário percebe a forma material do edifício, seu significado e simbolismo. A estética também faz parte, pois está relacionada com as preferências, experiências e percepções que os usuários têm do mundo. A firmeza também se estende ao estudo do comportamento ambiental, já que aspectos relacionados com a tecnologia transmitem força e proteção aos usuários (MOORE, 1984).

Hertzberg (2006) afirma que os edifícios construídos nos últimos 25 anos são padronizados em suas plantas e formas, uma vez que parte do pressuposto de que todas as pessoas utilizam os espaços da mesma maneira.

Arquitetos projetam fazendo suposições das necessidades humanas e definem como o meio ambiente construído pode melhor satisfazê-las. Muitas vezes, as suposições são inconscientes e a construção não é avaliada para ver se realmente satisfaz as necessidades do usuário. De acordo com Moore (1984), os valores dos profissionais de arquitetura são muito diferentes daqueles dos usuários a que se propõem a servir.

Atualmente, muitas as habitações são projetadas com base no que as empresas, investidores e arquitetos pensam que as pessoas querem. Isto é, um pequeno grupo interpreta de forma coletiva os desejos individuais de uma multidão. Sendo assim, os projetos podem até ser adequados, mas nem todos são inteiramente satisfatórios pelo lado do usuário. Na opinião de Hertzberg (2006), hoje, com a falta de um padrão comum no processo de habitar, imaginar a habitação ideal torna-se ainda mais difícil.

Hertzberg (2006) indica que as interpretações coletivas dos padrões de moradia devem ser abandonadas. “Se queremos responder à multiplicidade na qual a sociedade se manifesta, devemos libertar a forma dos grilhões de significados cristalizados.” (HERTZBERG, 2006 – p.149). E complementa enfatizando que o arquiteto deve projetar de tal modo que os edifícios possam ter a capacidade de se adaptar à diversidade e à mudança, e também conservar sua identidade. Diante disto, torna-se essencial conceber espaços menos estáticos e, portanto,

mais bem equipados para responder ao desafio que a sociedade moderna, com toda a sua complexidade, propõe ao arquiteto (HERTZBERG, 2006).

De acordo com Moore (1984), embora os arquitetos sempre tenham feito suposições sobre o que as pessoas desejam, e as tenham expressado em suas decisões de projeto, pode se considerar pouca a atenção dedicada à investigação da real percepção dos usuários sobre o ambiente construído. Na realidade, vários estudos apontam que a maneira do arquiteto perceber os edifícios é radicalmente diferente da dos usuários (MOORE, 1984).

As pesquisas mostram que usuários percebem a madeira, o concreto, o tijolo e o vidro completamente diferente da maneira dos arquitetos. O concreto, por exemplo, para os arquitetos pode significar expressão natural ou honestidade, enquanto o usuário pode reagir negativamente à cor fria do cinzento e atribuir a esse aspecto o caráter de inacabado ou de coisa barata (MOORE, 1984).

Segundo Hertzberg (2006), quanto mais influência individual pode ser exercida sobre um determinado espaço, mais o usuário se sente emocionalmente envolvido com ele. Atualmente, a identificação e envolvimento entre usuário e espaço tornam-se um desejo crescente. Neste sentido, ao projetar, o arquiteto deveria ir além das exigências da função no sentido estrito, oferecendo a liberdade de interpretação e possibilidades de escolha para o usuário.

O ideal, na opinião de Hertzberg (2008), é fazer com que o ambiente construído possa cumprir mais de um propósito e ter mais de uma interpretação. Assim, cada usuário será capaz de interagir com o ambiente à sua própria maneira, interpretando-o de modo pessoal para apropriá-lo ao seu ambiente familiar. A identificação ocorre quando o espaço é capaz de despertar associações com o universo próprio do usuário, desta forma o ambiente torna-se uma extensão de seu mundo particular e, conseqüentemente, da sua personalidade. Seria, segundo Hertzberg (2006), a capacidade que o ambiente tem de absorver, acomodar e comunicar significados.

A arquitetura não trata somente de seu estado físico, mas também de uma integração constante com o usuário.

“Os arquitetos não deviam apenas demonstrar o que é possível, deveriam também, e especialmente, indicar as possibilidades que são inerentes ao projeto e estão ao alcance de

todos. Considerando de máxima importância compreender que há muito a aprender com as reações individuais dos moradores às sugestões contidas no projeto” (HERTZBERG, 2006 – P.158).

O processo de personalização está extremamente relacionado com a flexibilidade existente no espaço, especialmente durante o uso da habitação, a chamada flexibilização contínua ou permanente. Em um ambiente flexível, cada usuário será capaz de interagir à sua própria maneira, interpretando, exercendo suas escolhas e, consequentemente, expressando sua individualidade (HERTZBERG, 2006).

Button (2006) reflete que a nossa personalidade é acessada – e evocada – em um ambiente através de um grau de conexão bastante modesto, determinado pelos lugares onde estamos e suas características físicas, tais como: revestimentos, acabamentos, cores, pé-direito, mobiliário e objetos. Ele diz também que os usuários querem que os ambientes construídos sejam fiéis à sua personalidade ou como uma visão benéfica da sua própria. Neste sentido, usuários escolhem, em seus ambientes individuais, formas e materiais que comunicam aquilo que eles desejam interiormente. Segundo Button (2006), quando o usuário reconhece o ambiente, identificando nele uma total harmonia entre sua personalidade e a construção, acaba por chamar este lugar de Lar.

As relações entre o usuário e o ambiente construído são mais intensas quando se trata de habitações. As casas são consideradas pelos seus habitantes – ou deveriam ser – o centro do mundo. Segundo Moore (1974), não se trata somente dos materiais com os quais foi feita, mas também dos ritmos, espíritos e sonhos intangíveis da vida das pessoas. Uma boa casa integra diversas partes onde ocorrem atividades humanas significativas. São espaços não específicos, cenários vazios, onde se realizam os ritos e as improvisações da vida. Deveriam fornecer oportunidades e permitir ao habitante fazer e ser o que quiser.

O essencial, portanto, é chegar a uma arquitetura que, quando os usuários decidir em dar-lhe um uso diferente do que foi originalmente concebido pelo arquiteto, não seja perturbada a ponto de perder sua identidade. Hertzberg (2006) conclui que a arquitetura deveria oferecer o incentivo para que os usuários a influenciassem sempre que possível,

não apenas para reforçar sua identidade arquitetônica, mas especialmente para realçar e afirmar a identidade de seus usuários (HERTZBERG, 2006).

CAPÍTULO 04: COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo, buscou-se explorar exemplos reais e ilustrativos de empresas de casas pré-fabricadas que oferecem, na prática, possibilidades de personalização de uma casa através de sistemas de customização acessíveis aos usuários.

Foi realizado um estudo de casos múltiplos comparativos que se apresenta como complemento ao processo global da pesquisa. A coleta dos dados seguiu um roteiro como guia para captação e análise das informações na abordagem em seis empresas. A escolha das empresas não se limitou as que utilizam o sistema plataforma em madeira, uma vez que o foco – nesta etapa – está no processo de personalização de uma casa, o uso da flexibilidade nos projetos e a interface com o usuário.

Neste sentido, o principal critério para a seleção apresentada a seguir foi o objetivo da investigação, observar e analisar a oferta da participação do usuário e sob que formato ocorre este processo. As empresas foram escolhidas de acordo com o nível de incorporação da flexibilidade aos projetos das casas pré-fabricadas e pelo grau de acesso ao processo de personalização disponível ao usuário. A seleção também foi condicionada pelo acesso às fontes documentais, sendo selecionadas as que se mostraram mais objetivas para que a análise seja realizada.

A coleta foi feita com as informações oferecidas na própria base de dados da empresa (*website*). Somente na empresa brasileira TECVERDE foram realizadas visitas ao departamento de projetos e de produção, assim como entrevistas diretas com os responsáveis pelos setores.

Roteiro guia para coleta e análise dos dados:

- a. Descrição da empresa e principais características
- b. Casas pré-fabricadas ofertadas
- c. Sistema construtivo e nível de industrialização
- d. Ferramentas de customização para a personalização da casa pré-fabricada pronta
- e. Níveis de flexibilidade incorporados ao projeto – classificação quanto à estratégia de comercialização da empresa

4.1 EMPRESA 01 – TREE HOUSE (Lisboa – Portugal)

a. Descrição da empresa e principais características

A empresa TREEHOUSE trabalha o conceito da construção que alia sustentabilidade e modularidade aplicado a casas pré-fabricadas de madeira. O produto foi desenvolvido por uma tradicional empresa portuguesa chamada Jular (www.jular.pt), que trabalha há mais de 35 anos no mercado de madeira e 10 anos na área das estruturas de madeira. O nome TREEHOUSE faz referência à casa que cresce com as necessidades da família ou do indivíduo, da mesma forma que ramos de uma árvore.

O sistema construtivo modular TREEHOUSE foi desenvolvido pelos arquitetos portugueses João Appleton e Isabel Domingos, em busca de uma arquitetura contemporânea, simples e funcional. A equipe de profissionais da TREEHOUSE é responsável pela pesquisa, projeto, produção e instalação. Todas as soluções desenvolvidas são coordenadas pela empresa permitindo controlar desde o processo de escolha até a montagem e entrega final.

A madeira é o material que predomina, tanto na estrutura quanto no fechamento, sendo esta proveniente de florestas plantadas para fins comerciais (Figura 35).



Figura 35 – Exemplo de casa TREEHOUSE
(<http://www.treehouse.pt>)

b. Casas pré-fabricadas ofertadas

A empresa oferece 15 modelos de módulos que permitem, de forma rápida, a configuração de uma casa, tendo a capacidade de se adaptar às necessidades do cliente. Oferece também projetos prontos, divididos em cinco linhas, somando um total de 28 programas diferentes. Mesmo existindo uma grande oferta de projetos prontos,

outras configurações podem ser obtidas, desde que estas sigam a modulação base.

Não são necessárias adaptações e movimentação de solo em terrenos que possuam relevo plano ou fracamente acidentado para receber a casa. A TREE HOUSE é montada sobre estacas ou sobre pequenas sapatas, ficando elevada em relação ao solo. Os módulos saem pré-montados de fábrica, sobre um caminhão, e são colocados no local definitivo com uma grua.

A estrutura dos módulos é feita em madeira laminada colada, constituída por lâminas de madeira Abeto (nome popular da espécie *Abies*, conífera da família *Pinaceae*, nativa de florestas da Europa, Ásia e América do Norte).

Quando se adquire uma casa pré-fabricada da TREE HOUSE, estão incluídos: a estrutura completa, o sistema de cobertura com isolante térmico e ventilação, a fachada em madeira tratada, instalações elétricas, sistema de saneamento, louças e metais, esquadrias com vidro duplo, revestimento interno e externo e pavimentação interna flutuante de madeira. Opcionais também são oferecidos, como equipamentos, mobiliário, portas deslizantes, pavimentação de madeira maciça, ar condicionado, painéis solares ou fotovoltaicos e pergolados externos.

Cada uma das cinco linhas de projetos vem com opções de diferentes *layouts*. As linhas T1, T2, T3, T4 podem ser visualizadas nas figuras a seguir (36, 37, 38, 39, 40, 41, 42). Cabe ressaltar que não são todos os modelos que serão ilustrados neste trabalho, somente o suficiente para a compreensão do produto ofertado.

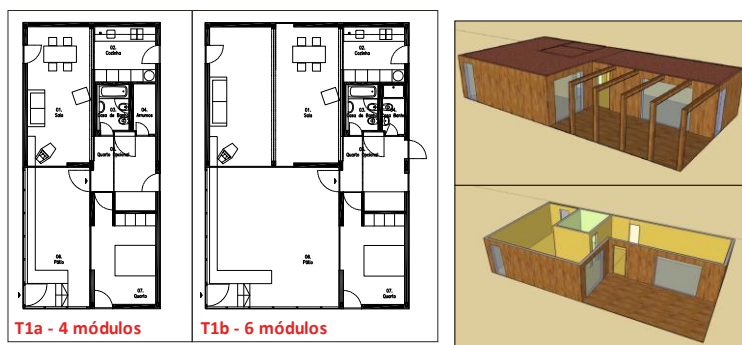


Figura 36 e 37: T1 a; T1 b – Opções de layouts e estudo volumétrico (<http://www.treehouse.pt>)

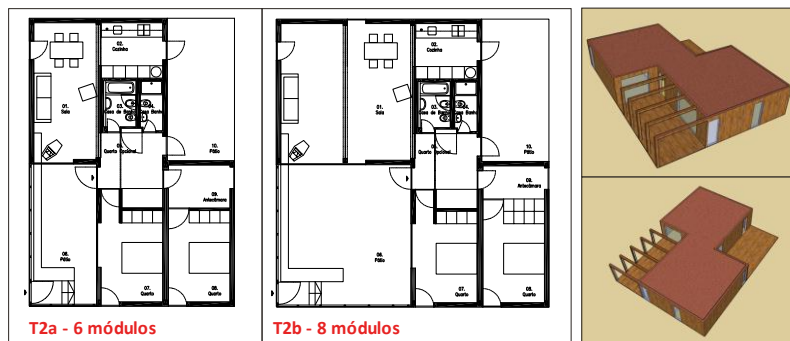


Figura 38 e 39: T2 a; T2 b – Opções de layouts e estudo volumétrico
(<http://www.treehouse.pt>)

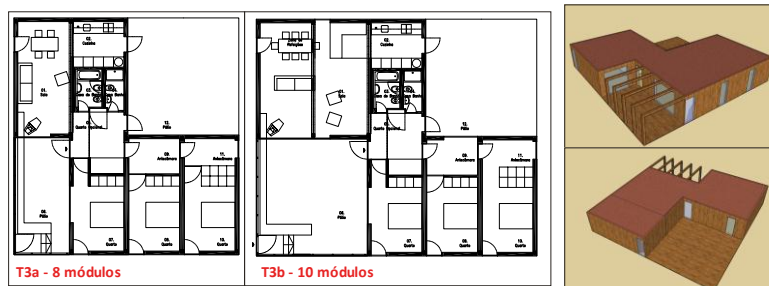


Figura 40 e 41: T3 a; T3 b – opções de layouts e estudo volumétrico
(<http://www.treehouse.pt>)

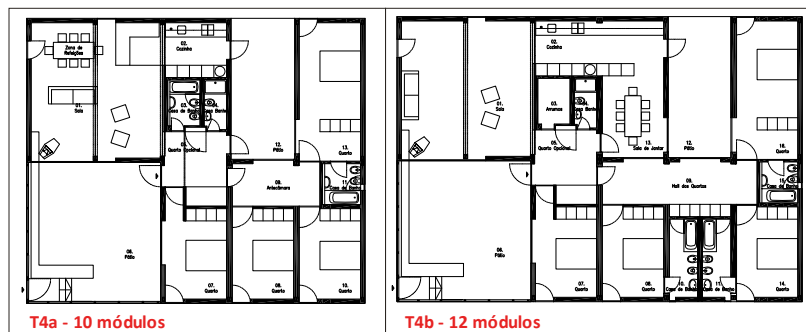


Figura 42: T4 a; T4 b – opções de layouts
(<http://www.treehouse.pt>)

c. Sistema construtivo e nível de industrialização

A construção é feita por módulos tridimensionais padronizados, o que facilita o processo construtivo e a rapidez da montagem. Os módulos têm dimensões de 3,3 m por 6,6 metros, com área de 22 m² cada, e são acopláveis entre si lateralmente e superiormente, podendo ter mais de um pavimento. O sistema construtivo pode ser classificado como modular. A estrutura é feita de madeira, assim como os fechamentos externo e interno. A produção planejada permite um projeto rigoroso, onde tudo se encaixa. Os módulos são totalmente pré-fabricados e acoplados no local. A pré-fabricação garante o controle de qualidade, custos de mão de obra mais baixos, ganhos de produtividade e redução ao mínimo do trabalho no terreno.

d. Ferramentas de customização para a personalização da casa pré-fabricada pronta

O sistema de configuração disponível no *website*, para que o usuário explore as possibilidades de projeto para uma casa, se apresenta em quatro passos: 1. Explore os módulos detalhadamente; 2. Configure sua TREE HOUSE; 3. Veja as plantas que já temos disponíveis; 4. Avalie a qualidade das diferentes gamas.

Conforme demonstram as figuras 43 e 44, referentes ao sistema de configuração acessível no *website* da empresa, os módulos são apresentados separados pela função do ambiente, tendo mais de uma opção de *layout* por ambiente. Sendo assim, o futuro morador pode montar a distribuição de acordo com o espaço disponível, suas necessidades e limitações.

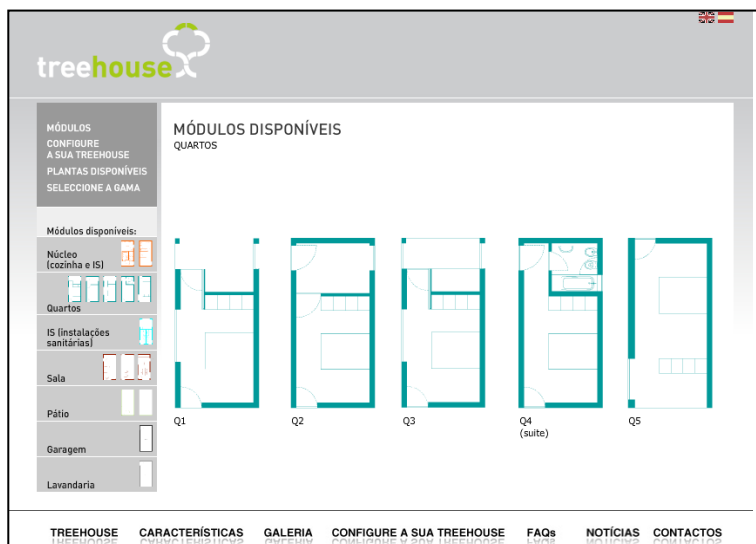


Figura 43 – Sistema de customização da casa TREEHOUSE – módulos disponíveis (<http://www.treehouse.pt>)

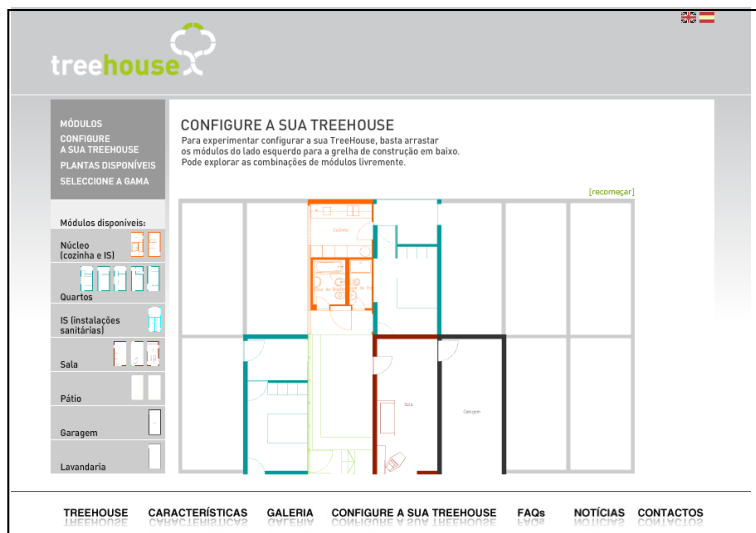


Figura 44 - Sistema de customização da casa TREEHOUSE – esquema de configuração (<http://www.treehouse.pt>)

Após achar a solução ideal, o usuário pode registrar a proposta para que esta seja o ponto de partida para a elaboração do projeto

pela equipe da empresa. Não é possível visualizar o volume da edificação, assim como saber as alterações de valores ao adicionar ou subtrair módulos.

Os revestimentos de fachada e interiores podem ser escolhidos a partir de uma paleta de materiais apresentados pela empresa. A TREEHOUSE oferece três opções de acabamentos – *pinus*, bétula e sucupira -, que podem ser visualizadas pelo *website* (Figura 45). Outra opção que a empresa oferece é entregar a casa com revestimento cru, em OSB, e o usuário pode aplicar o que se aproxima do seu gosto, como gesso acartonado ou placas cimentícias, por exemplo.



Figura 45 – Acabamentos internos Tree House – esquerda: *pinus* – centro: bétula–direita: sucupira. (<http://www.treehouse.pt>)

e. Níveis de flexibilidade incorporados ao projeto - classificação quanto à estratégia de comercialização da empresa

Dentro da classificação quanto à estratégia de comercialização, isto é, o que a empresa oferece ao usuário dentro do seu produto no universo da customização, inicialmente se analisa a flexibilidade permitida, que é complementar à flexibilidade inicial, esta voltada para o usuário.

Analisando a flexibilidade permitida no produto da TREEHOUSE, percebe-se que são permitidas somente pequenas alterações de acabamentos internos e externos, variando em somente 3 opções. Já as configurações de *layout* são possíveis de se explorar de forma simples, clara e acessível. Entretanto, esta exploração ocorre somente ao nível de planta baixa, configurações de *layout*, etc. Não é possível, por exemplo, explorar volumes, adicionar um segundo pavimento, assim como visualizar a fachada. Sendo assim, não fica claro o resultado final da casa no instrumento de customização ofertado pela empresa.

A flexibilidade planejada pela empresa está presente, pois o sistema construtivo é baseado em módulos. Sendo assim, o resultado

é diverso, existindo uma ampla variação de arranjos e configurações. Estas diversas opções foram concebidas com o conceito de modulação, portanto, planejadas na concepção geral do sistema incorporado ao projeto. Existe a manipulação de volumes de forma simplificada, tendo como resultado formal uma linguagem volumétrica pura.

O produto possui um estilo dominante e a madeira fica expressiva no resultado final. Por se tratar de um jogo de módulos, a empresa tem certo controle da questão formal arquitetônica que a edificação pode atingir. O sistema construtivo modular amarra uma linguagem comum.

Internamente, as plantas são livres, podendo se adaptar a inúmeros arranjos espaciais. Somente os módulos de serviços é que são condicionados a um uso específico. A capacidade evolutiva da casa se dá através da adição de módulos futuros.

4.2 EMPRESA 02 – BLUHOMES (São Francisco - CA – EUA)

a. Descrição da empresa e principais características

Desde 2008, a empresa BLUHOMES está no mercado americano oferecendo casas pré-fabricadas. Trabalha com um processo que apresenta o gerenciamento de toda a construção, desde a fabricação, o transporte, até a finalização da instalação da casa. Simplicidade, agilidade e previsibilidade no orçamento são pontos que a empresa destaca como ofertas de valor.

b. Casas pré-fabricadas ofertadas

As casas oferecidas são projetadas pela equipe de arquitetos da empresa, que oferece sete projetos residenciais, que variam de estúdios até casas para grandes famílias. Em cada projeto existe uma variação de programas de necessidades, que o futuro morador pode escolher, com a opção de adicionar configurações extras e complementares, tais como anexos externos; estas são já parte da concepção arquitetônica geral do projeto original.

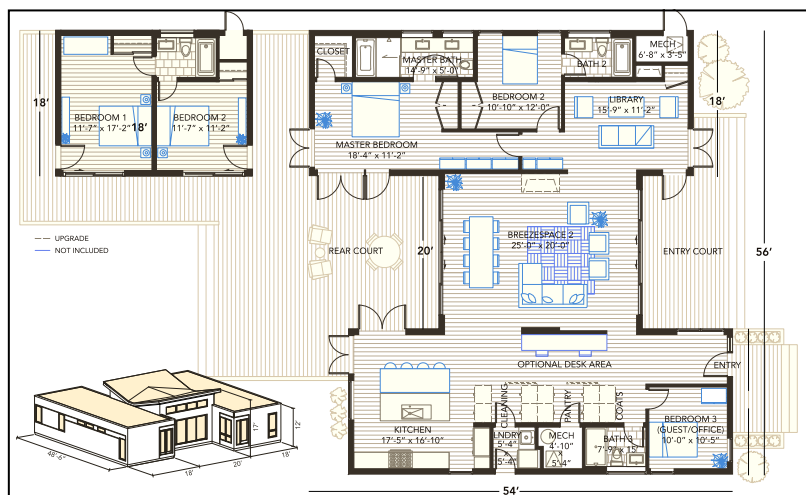
A participação do usuário no processo de definição do projeto é incentivada pela empresa. Para tanto, esta oferece recursos tecnológicos de configuração que permitem uma boa visualização do resultado através do *website* da empresa. O configurador de projetos é utilizado como complemento dos projetos existentes. A empresa ainda oferece o recurso que insere virtualmente o projeto configurado no terreno existente, orientando para o melhor posicionamento e orientação solar adequada. Este processo, utilizando o software 3D e

Google Earth, permite que o futuro morador veja sua casa no seu terreno de todos os ângulos.

Os projetos desenvolvidos pela empresa buscam atingir diferentes estilos. As opções são: Breezehouse (figura 46 e 47), Origin (figura 48a), Glidhouse (figura 48b), Lofthouse (figura 48c), Balance (figura 48d), Evolution (figura 48e) e Element (figura 48f). O projeto da Breezehouse está apresentado com mais detalhes. Os outros projetos poderão ser visualizados de forma geral nesta pesquisa, entretanto no *website* da empresa todos são oferecidos da mesma forma. Entretanto, em todas as opções de projetos existem variações de programas de necessidades e possibilidades de configurações mais avançadas.



Figura 46 – Breezehouse - vistas (www.bluhomes.com)



c. Sistema construtivo e nível de industrialização

Apresenta sistema com painéis interconectados que são montados na obra usando os princípios do *steel-frame* (figura 49).

O uso do sistema em painéis possibilita que a casa seja entregue como uma dobradura, desde que se encaixe nas dimensões do meio de transporte utilizado para a entrega da casa, normalmente um caminhão. Sendo assim, a casa é entregue praticamente pronta, sendo necessário somente que a equipe desdobre e faça os ajustes finais.



Figura 49 – Instalação de uma casa BLUHOMES no canteiro de obra (www.bluhomes.com).

d. Ferramentas de customização para a personalização da casa pré-fabricada pronta

Todos os projetos podem ser personalizados de maneira acessível e atrativa ao futuro morador. A casa que mais se enquadra com o estilo de vida e com as necessidades do usuário é selecionada e ajustada através do sistema de configuração, disponível no *website* da empresa. A visualização do resultado final, a partir das escolhas, é possível e pode ser considerada aproximada da realidade.

Para cada modelo de casa, são selecionados grupos de acabamentos, coordenados entre si. As opções são variadas, desde que não saia da pré-seleção feita pela equipe da empresa. Pode se escolher o tom do *siding* de madeira, a cor das partes pintadas da casa, o tom das esquadrias, o tipo de telha, etc.

Utilizando o sistema de configuração 3D, o usuário pode visualizar as escolhas de acabamentos em tempo real e ainda tem a

possibilidade de mover-se através da casa para ver como ficará o resultado, antes de fazer suas escolhas finais. O sistema de configuração permite experimentar a casa antes que ela seja contruída, movendo-se através e ao redor do espaço para ver como se sente na casa.

Primeiramente, o usuário escolhe um modelo de casa e as opções de programa que ela comporta, tais como número de quartos, banheiros, dependências, etc. Nas figuras 50, 51 e 52, pode-se visualizar a etapa inicial da participação do usuário na configuração do projeto.

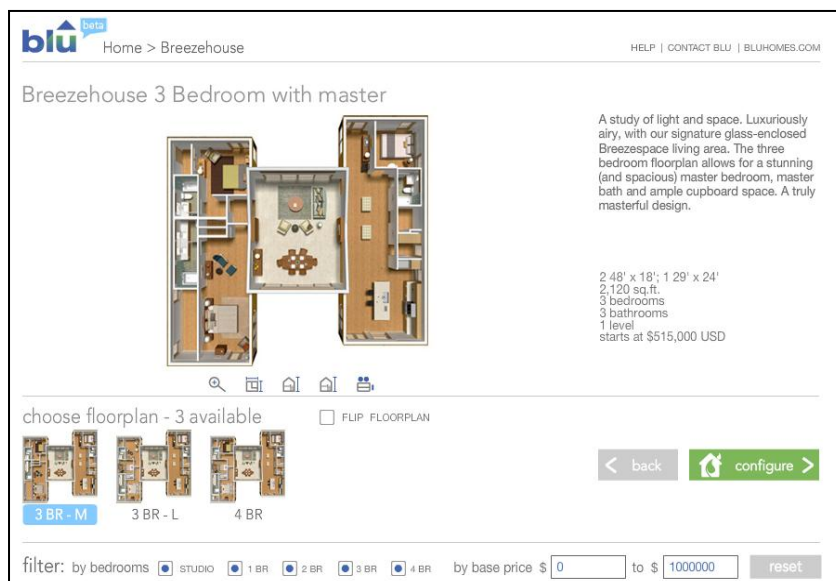


Figura 50 – Imagem de escolha de programas – plantas (www.bluhomes.com)

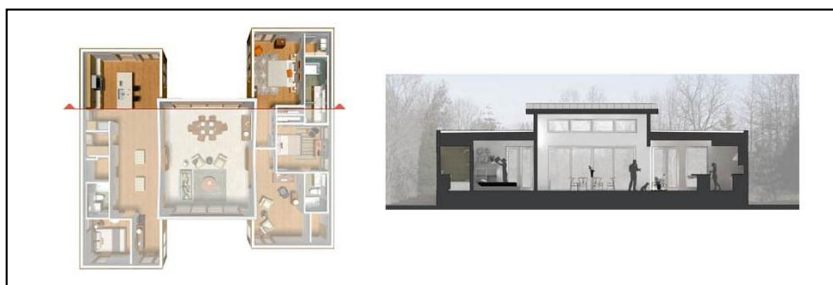


Figura 51 – Imagem de corte longitudinal da opção escolhida
(www.bluhomes.com)

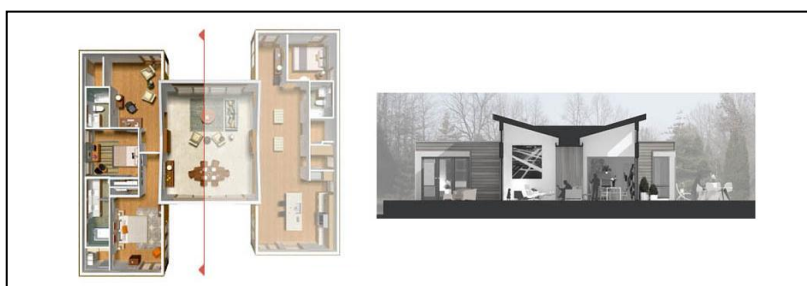


Figura 52 – Imagem de corte transversal da opção escolhida
(www.bluhomes.com)

Existe uma ampla gama de opções de acabamentos. A empresa oferece variedade estética na busca de atender aos diferentes gostos (Figura 53). Ainda assim, se o cliente precisar de ajuda para tomar as decisões uma equipe de arquitetos é oferecida para auxiliar.

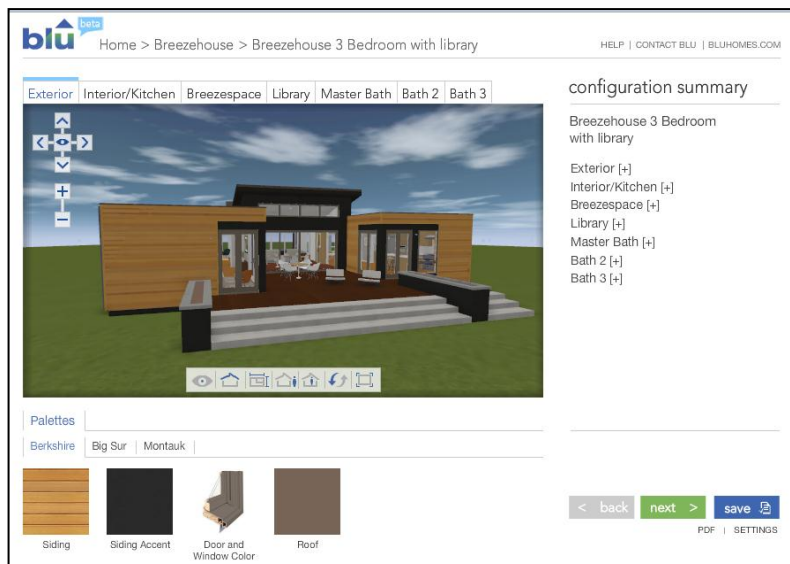


Figura 53 – Imagem da configuração de acabamentos
(www.bluhomes.com)

e. Níveis de flexibilidade incorporados no projeto - classificação quanto à estratégia de comercialização da empresa

A flexibilidade permitida é oferecida pela empresa. Diversas opções de acabamentos são possíveis de serem testadas e visualizadas facilmente pela ferramenta de personalização disponível no *website*. Tanto externamente quanto internamente, as possibilidades são oferecidas e incentivadas ao usuário. O grau de liberdade nas combinações existe dentro de um limite estabelecido pela empresa na concepção dos projetos.

A flexibilidade planejada pela empresa pode ser percebida de forma que não saia da concepção já elaborada para os projetos. A adição e subtração de volumes podem comprometer o resultado arquitetônico final da casa. A capacidade evolutiva do projeto é a que já faz parte dos programas oferecidos. Por exemplo, é possível adquirir uma casa com dois dormitórios e futuramente transformá-la em três, dentro do *layout* já elaborado pela empresa.

4.3 EMPRESA 3 - METHOD HOMES (Seattle – WA – USA)

a. Descrição da empresa e principais características

Empresa que disponibiliza casas pré-fabricadas nos Estados Unidos e no Canadá. Os proprietários da empresa, depois de anos na indústria da construção tradicional, tiveram a percepção de que devia haver uma maneira melhor de construir, mais ágil, limpa, precisa e igualmente atrativa. Combinando seus interesses e competências, criaram a METHOD HOMES, que produz casas pré-fabricadas customizáveis.

Como característica da pré-fabricação, as casas são construídas em uma unidade própria de produção, por profissionais especializados, com capacidade de a casa ser entregue entre 80% – 95% pronta no terreno. Busca simplificar ao máximo o processo de construção e tornar as casas pré-fabricadas acessíveis para o maior número possível de pessoas.

As unidades da casa (cozinha, banheiro, dormitórios, etc.) são feitas como módulos tridimensionais na fábrica e transportadas para o terreno. O limite dimensional sempre será a possibilidade de colocar o módulo em um caminhão e transportá-lo até o terreno. Cabe ressaltar que o módulo está sendo utilizado em função do transporte e da montagem, não como processo de projeto, como ocorre na empresa TREE HOUSE. O tempo estimado para a construção é de 2 a 4 meses. De acordo com dados coletados, até o ano de 2011 a METHOD HOMES completou a construção de mais de 30 casas nos EUA e no Canadá.

b. Casas pré-fabricadas ofertadas

O usuário escolhe entre os seguintes modelos conceituais de projeto: a linha M (Figura 54), a Cabin (Figura 55), a Balance (Figura 56), a Options (Figuras 57 e 58), e a Elemental (Figuras 59 a 64). Cada opção de projeto pode ainda ser ajustada a um tipo de terreno e programa de necessidades.

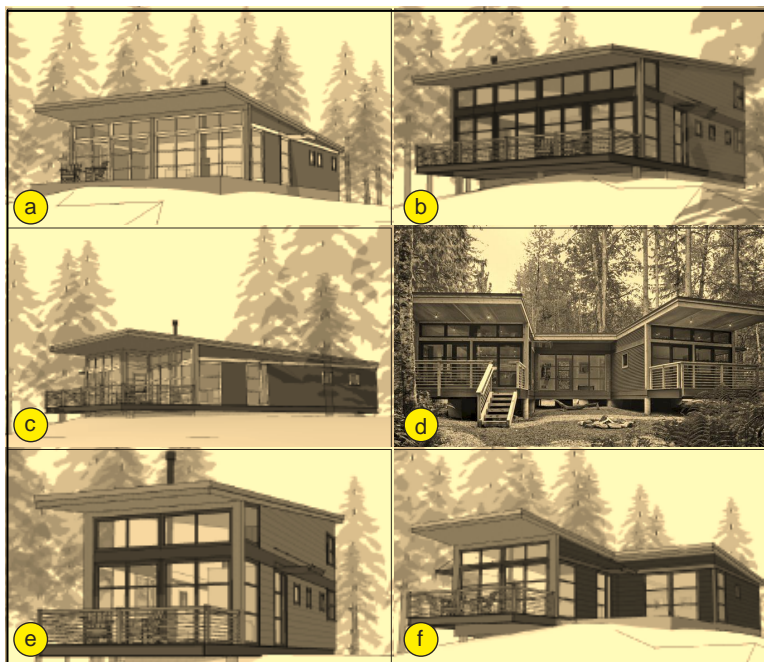


Figura 54 – Linha M: M2(a), M+(b), 2M(c), 2M shift(d), M loft(e), 2M loft(f).
(www.methodhomes.net)

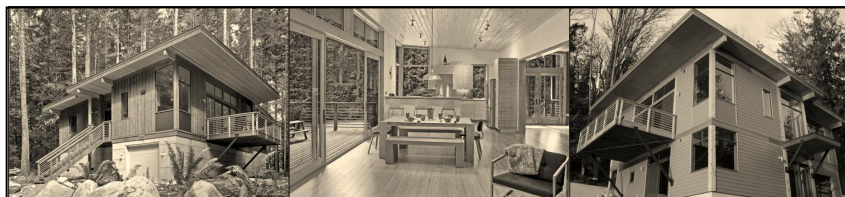


Figura 55 – Projeto Cabin (www.methodhomes.net)

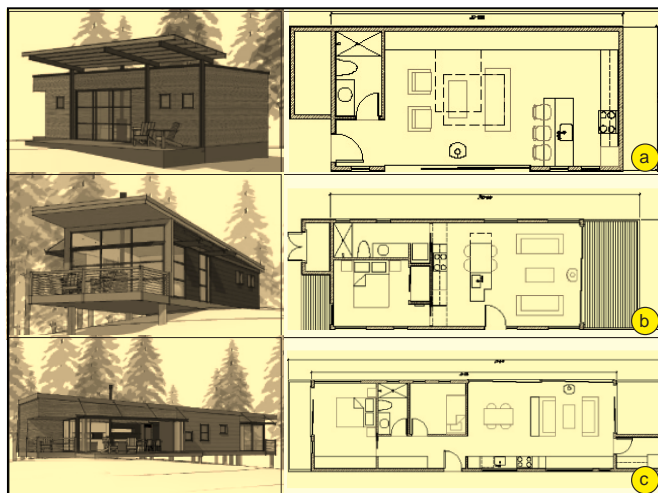


Figura 56 – Projeto Balance S(a), M(b), L(c). (www.methodhomes.net)

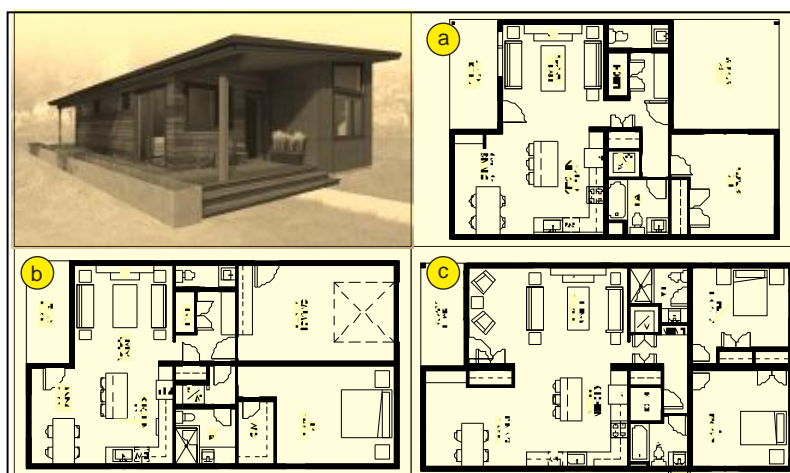


Figura 57 – Série Options – 1.1(a), 1.2(b), 1.3(c). (www.methodhomes.net)



Figura 58 –Série Options –opções de layout - 3.1 (a), 3.2(b), 3.3 (c)
(www.methodhomes.net)

A empresa também oferece uma linha mais contemporânea de casas, a Elemental, que pode ser visualizadas nas Figuras 59, 60, 61, 62, 63 e 64.

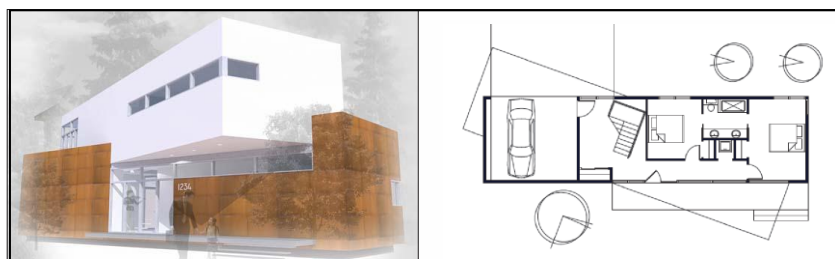


Figura 59 – Elemental – Pivot – volume e planta baixa
(www.methodhomes.net)

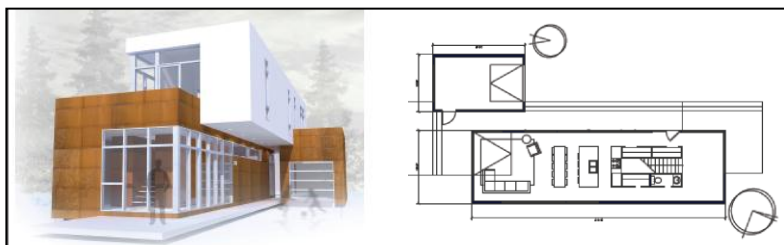


Figura 60 – Elemental – Shift – volume e planta baixa
(www.methodhomes.net)

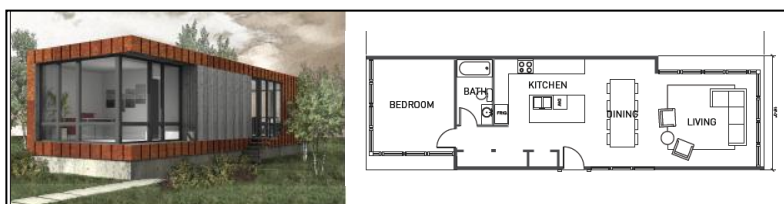


Figura 61 – Elemental 1 – volume e planta baixa (www.methodhomes.net)

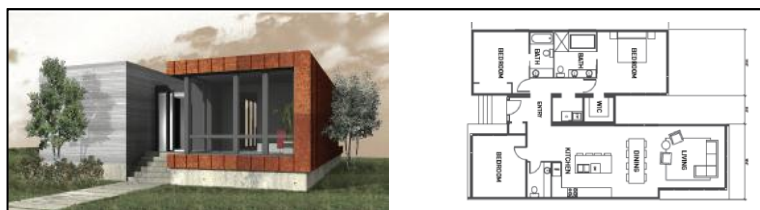


Figura 62 – Elemental 2 – volume e planta baixa (www.methodhomes.net)



Figura 63 – Elemental 3 – volume e planta baixa (www.methodhomes.net)

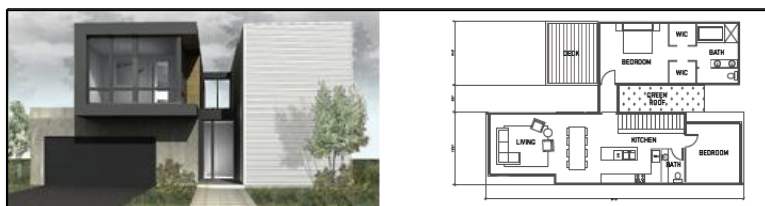


Figura 64 – Elemental 4 – volume e planta baixa (www.methodhomes.net)

c. Sistema construtivo e nível de industrialização

Construídas com sistema tipo *steel-frame*, as casas chegam a ser de 80 a 95% pré-fabricadas. São casas modulares, com total controle do processo, desde o abastecimento da matéria prima, acompanhando cada corte, até a montagem final e transporte. O limite de pré-fabricação fica condicionado ao transporte, sendo o módulo padrão o comportado para ser transportado por um caminhão.

d. Ferramentas de customização para a personalização da casa pré-fabricada pronta

Inicialmente, o usuário escolhe a planta mais adequada dentro das opções oferecidas. A seguir, pode iniciar a customização, que engloba a seguinte sequência: (a) escolha de acabamentos interiores, divididos em duas linhas: a natural, com acabamentos mais rústicos (predomínio da madeira), e a urbana, com acabamentos mais contemporâneos. Em seguida, (b) o usuário define os acabamentos externos, com opções que variam mais na questão de valores e níveis de qualidade de produto, não interferindo tanto na linguagem arquitetônica. O usuário ainda tem a opção de incorporar diferenciais de sustentabilidade (c), que variam especialmente em formas alternativas de aquecimento, iluminação e ventilação.

A empresa oferece opções flexíveis de projeto e um time de arquitetos, caso seja necessário um projeto exclusivo de uma casa pré-fabricada sob encomenda. Além disso, está aberta a trabalhar com arquitetos externos, sendo assim, a casa pode ser totalmente personalizada. Entretanto, o arquiteto deve seguir as exigências específicas de construções pré-fabricadas aplicadas pela empresa, para que o projeto siga os mesmos parâmetros pré-estabelecidos.

e. Níveis de flexibilidade incorporados ao projeto - classificação quanto à estratégia de comercialização da empresa

A flexibilidade permitida está acessível parcialmente ao usuário através do *website* da empresa, uma vez que é capaz de escolher entre inúmeras opções de *layouts* dentro das linhas oferecidas. Entretanto, visualizar os acabamentos aplicados ao projeto selecionado não é possível. O usuário somente pode informar-se que existem duas linhas de acabamentos, em estilo natural e urbano, opções de tratamentos de fachada e equipamentos complementares.

Quanto à flexibilidade planejada pela empresa, não é ofertado um plano de ampliações e adaptações futuras de forma clara. Pelo sistema construtivo, ser do tipo *steel-frame*, a flexibilidade é facilitada. Dentro

de cada linha de casas, existem diversas alternativas de programas de necessidades e configurações de *layouts*, todos dentro da mesma concepção de projeto. Neste sentido, as possibilidades de adaptação já podem ser visualizadas nas opções dentro de cada linha de casa.

4.4 EMPRESA 4 – LIVING HOMES (Santa Monica – CA – USA)

a. Descrição da empresa e principais características

A empresa americana LIVING HOMES procura dar importância à sustentabilidade e à modernidade na concepção dos projetos oferecidos. Através de um programa disponível no *website* da empresa, o impacto ambiental pode até ser medido e exibido em tempo real durante a configuração do projeto. Isto permite que os futuros moradores tenham consciência do grau de impacto ambiental que a casa irá produzir.

A primeira casa realizada pela LIVING HOMES foi projetada pelo arquiteto americano Ray Kappe, sendo instalada em oito horas. A mesma recebeu o certificado LEED Platinum pelo *United States Green Building Council* e foi a primeira casa no país a alcançar tal distinção.

A empresa coordena todas as atividades associadas à fabricação de módulos na fábrica, assim como a instalação da casa no terreno.

b. Casas pré-fabricadas ofertadas

A empresa oferece três conceitos de linhas de casas prontas. O primeiro modelo de casa – C6 (Figura 65) – foi projetado pela equipe de arquitetos da empresa com o objetivo de ser uma casa acessível e sustentável. Este projeto teve a participação da Fundação Americana “*Make it Right*”, com o objetivo de construir 150 casas para ajudar na reconstrução de um bairro em Nova Orleans atingido, em 2005, pelo furacão Katrina.

A segunda e a terceira linha de casas pré-fabricadas vieram do conceito de trabalhar em parceria com arquitetos, ou escritórios de arquitetura, renomados nos Estados Unidos. Desta forma, foi desenvolvida por Ray Kappe a linha RK (Figuras 66, 67, 68, 69, 70, 71) e pelo Kieran Timberlake Associates LLP a linha K (Figuras 71, 72). As opções padrão de casas têm variações de arranjos espaciais, assim como a possibilidade de customização de acabamentos.

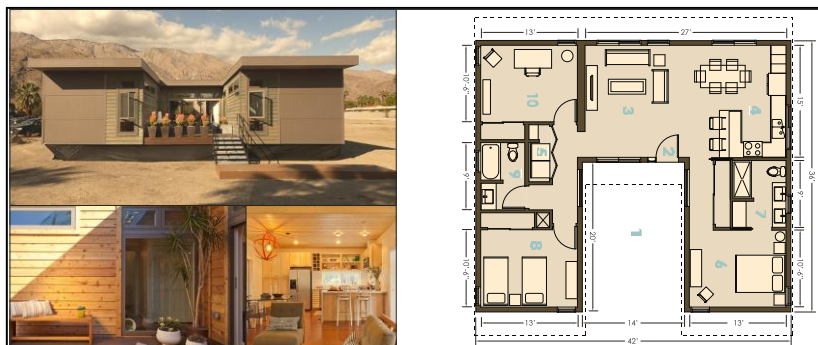


Figura 65 - Living Home - C6 – volume, planta baixa e detalhes internos (<http://www.livinghomes.net>)

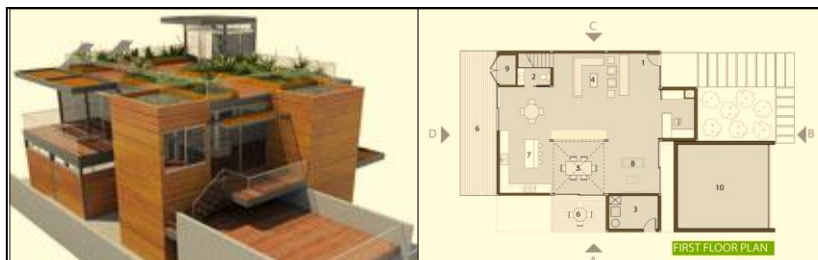


Figura 66 - Living Home – RK1 – volume e planta baixa (<http://www.livinghomes.net>)



Figura 67 - Living Home – RK2 – volume e planta baixa do térreo e segundo pavimento (<http://www.livinghomes.net>)

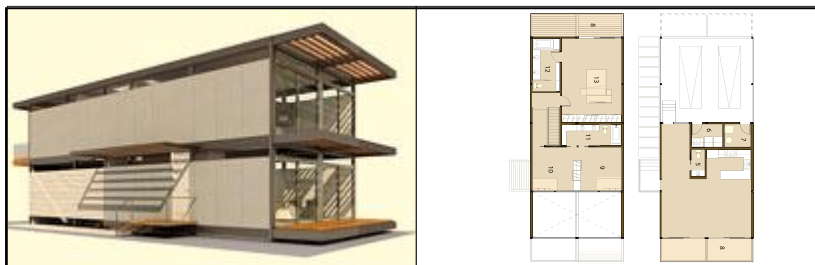


Figura 68 - Living Home – RK4 – volume e planta baixa do térreo e segundo pavimento (<http://www.livinghomes.net>)

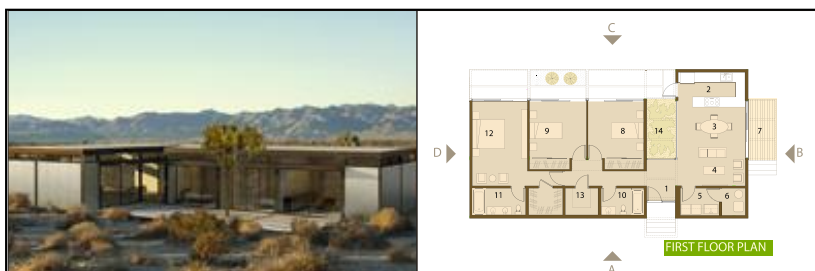


Figura 69 - Living Home – RK5 – volume e planta baixa (<http://www.livinghomes.net>)



Figura 70 - Living Home – RK6 – volume e planta baixa do térreo e segundo pavimento (<http://www.livinghomes.net>)

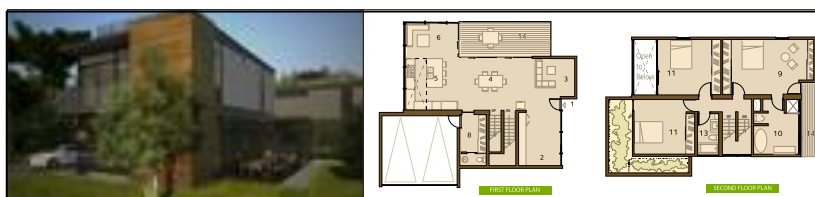


Figura 71- Living Home – RK6.2 – volume e planta baixa do térreo e do segundo pavimento (<http://www.livinghomes.net>)



Figura 72 – Living Home - K1.1 - opção 3 pavimentos (a); opção 2 pavimentos(b) (<http://www.livinghomes.net>)



Figura 73 – Living Home - K1.5– 2 opção de arranjos com 2 pavimentos (<http://www.livinghomes.net>)

c. Sistema construtivo e nível de industrialização

O sistema construtivo é do tipo *steel-frame* e os fechamentos são predominantes em madeira. As casas da LIVING HOMES são compostas por painéis que são precisamente cortados e montados na fábrica e, posteriormente, enviados ao canteiro de obras. Na instalação no local são unidos sobre uma fundação já executada.

d. Ferramentas de customização para a personalização da casa pré-fabricada pronta

As casas são baseadas em modelos básicos, porém têm plantas e acabamentos configuráveis de acordo com as necessidades e desejos do usuário. A empresa estimula que o usuário experimente o processo de customizar sua própria casa e busca oferecer a experiência deste processo de forma confortável e previsível. Oferece uma equipe para acompanhar e guiar o usuário nas suas escolhas, caso necessário.

A empresa trabalha com muitas opções de acabamentos, porém restritas a uma gama pré-programada, de acordo com a concepção geral da linguagem do projeto.

Todos os projetos ofertados têm a opção de customização. As casas vêm com uma proposta fechada de programa, porém são

oferecidas opções de acabamentos, bem como revestimentos, cores, materiais, mobiliário e até equipamentos. Neste item, ela é totalmente configurável pelo próprio usuário. De forma acessível, no *website* da empresa, o futuro morador pode visualizar o resultado, assim como prever a alteração de custos, além dos pontos referentes ao nível de sustentabilidade da casa. As Figuras 74 e 75 mostram o sistema de configuração. Este processo é ofertado em todas as opções de projetos.

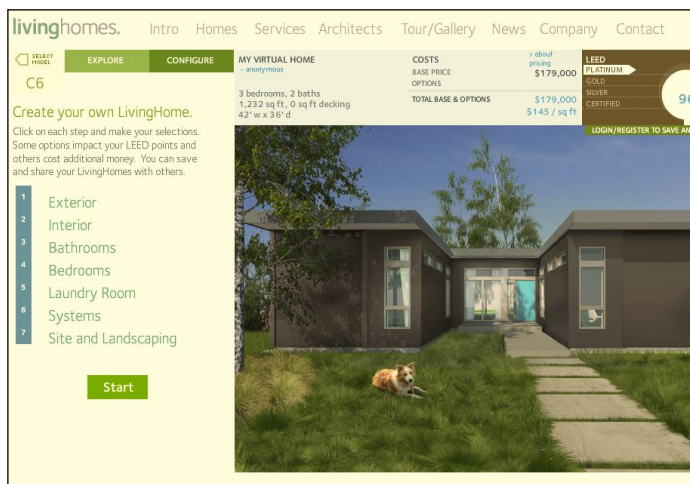


Figura 74 – Sistema de customização LIVING HOMES (modelo C6) – (<http://www.livinghomes.net>)

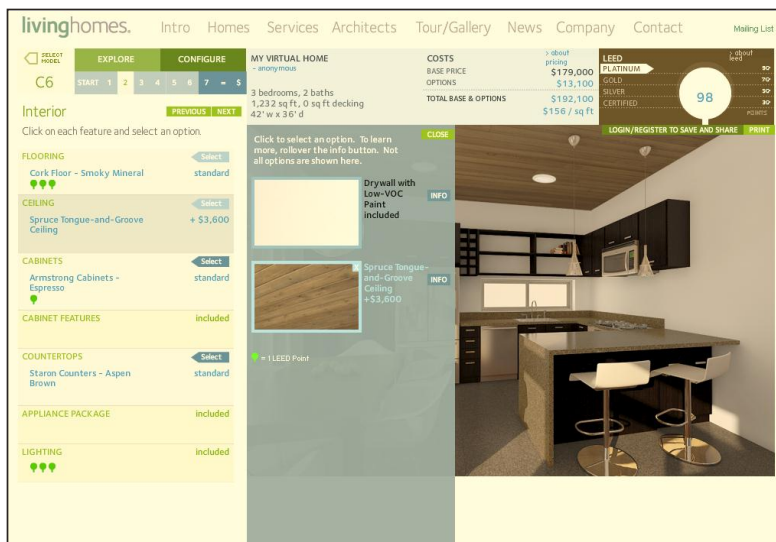


Figura 75 – Sistema de customização LIVING HOMES (modelo C6) – (<http://www.livinghomes.net>)

e. Níveis de flexibilidade incorporados ao projeto - classificação quanto à estratégia de comercialização da empresa

A flexibilidade permitida é bastante presente no produto da empresa de casas LIVING HOMES. Existem muitas opções de acabamentos, possíveis de serem testadas e visualizadas facilmente pela ferramenta de configuração disponível no *website*. Tanto externamente quanto internamente, as possibilidades são oferecidas e incentivadas.

O grau de liberdade nas combinações de acabamentos existe dentro de um limite já contemplado na concepção dos projetos. São oferecidas linhas de acabamentos, elaboradas de maneira coordenada, para que o resultado final não seja comprometido.

Quanto à flexibilidade planejada pela empresa, pode ser percebida desde que não saia da concepção já elaborada para os projetos. Em cada projeto não há muitas possibilidades de manipulação de volumes; sendo assim, os arranjos espaciais ficam condicionados aos que a empresa oferece.

4.5 EMPRESA 05 – TECVERDE (Curitiba – PR - Brasil)

a. Descrição da empresa e principais características

No Brasil, pode-se dizer que a empresa paranaense TECVERDE é uma referência em casas pré-fabricadas de madeira. As casas, além de serem sustentáveis e de rápida construção, têm como diferencial o seu processo fabril integrado em uma unidade central, na qual todos os serviços são supervisionados e padronizados, com uso de mão de obra qualificada.

A empresa oferece algumas opções de casas, com possibilidade de personalização em alguns aspectos, ou também pode produzir uma casa totalmente exclusiva, já que o sistema construtivo permite ao cliente a customização da casa. A estrutura em *wood-frame* está preparada para receber adições e reformas futuras, de uma maneira simples e extremamente rápida, sem sujeira e incômodos.

b. Casas pré-fabricadas ofertadas

A TECVERDE oferece uma linha de casas, chamada Contemporânea, que engloba cinco modelos de projetos de casas: a casa Slim; a casa Space; a casa Sunrise; a casa Sunset e a casa Summer. Os modelos Slim e Space foram desenvolvidos em parceria com o escritório de arquitetura Bacoccini, localizado em Curitiba/PR.

Os diferentes acabamentos externos e variações volumétricas possíveis da casa Slim podem ser visualizados na Figura 76. A planta inicial da casa (Figura 77) possui 141 m², podendo chegar a 188 m², dependendo da adição de módulos (Figuras 78, 79). O modelo está preparado com a infraestrutura necessária para receber mais quatro cômodos extras, oferecendo a possibilidade de evoluir conforme as necessidades dos usuários durante o uso. As opções de módulos extras da casa Slim são: 2 opções de escritórios; *closet* na suíte *master*; 2 opções de dormitórios; 2 opções de *home-theater* (Figuras 78 e 79).



Figura 76 - Casa slim – opções de volumes e revestimentos – frente e fundos
(www.tecverde.com.br)



Figura 77– Casa Slim – planta baixa – térreo (esquerda) e segundo pavimento (direita) (www.tecverde.com.br)



Figura 78 – Casa slim – opções de personalização pavimento térreo
(www.tecverde.com.br)



Figura 79 – Casa Slim – opções de personalização segundo pavimento
(www.tecverde.com.br)

A Casa Space (Figuras 80 e 81) possui arquitetura mais contemporânea em comparação a Casa Slim. A configuração da planta inicial é com duas suítes, cozinha, sala de estar, sala de jantar e sala *home-theater* integradas, além de três espaços para adição de módulos, que seriam: espaço *gourmet* com churrasqueira, SPA e outra suíte (Figura 82). As dimensões mínimas exigidas do terreno para implantação da casa Space são 15 m de frente com 25 m de fundo.



Figura 80 - Casa Space - volume – frente e fundos (www.tecverde.com.br)



Figura 81 – Casa Space – planta baixa – térreo e segundo pavimento
(www.tecverde.com.br)



Figura 82 – Casa Space – opções de personalização disponíveis
(www.tecverde.com.br)

A Casa Sunrise (Figuras 83, 84, 85 e 86) possui 180 m² construídos, que podem se adaptar bem a terrenos de 12 m x 20 m ou maiores. O projeto foi desenvolvido pela equipe de projetos da TECVERDE e um dos seus diferenciais é a flexibilidade de planta e fachada. Neste modelo é possível escolher entre duas opções de

fachadas, sendo uma mais tradicional e outra contemporânea, estilos determinados pela presença ou não de telhados aparentes (Figura 84).

No pavimento térreo, é possível escolher qual o nível de integração desejado entre cozinha e salas, deixando ou não a passagem aberta. Na Figura 87 pode-se visualizar a cozinha integrada com a área social, e na Figura 86 é possível ver o módulo da cozinha fechado, como uma opção para o usuário. No pavimento superior, pode-se optar por dois dormitórios e sala íntima, como está oferecido na planta original (Figura 87), ou acrescentar mais um dormitório (Figura 86).



Figura 83 - Casa Sunrise – volume frente e fundos - (www.tecverde.com.br)



Figura 84 – Casa Sunrise - opções de volumes - (www.tecverde.com.br)



Figura 85 – Casa Sunrise – planta baixa – térreo e segundo pavimento - (www.tecverde.com.br)

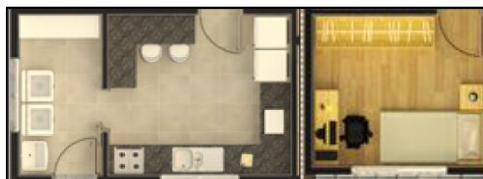


Figura 86 – Casa Sunrise - opções de personalização – cozinha fechada para o térreo e terceiro dormitório o pavimento superior (www.tecverde.com.br)

A Casa Sunset tem 180 m² de área construída, que podem ser construídos em terrenos de 12 m x 20 m ou maiores. Este projeto também foi desenvolvido pela equipe de projetos da TECVERDE e permite diferentes opções de volumes e tratamentos de fachada (Figura 87), assim como a flexibilização no *layout* oferecendo a possibilidade de integrar ou não a cozinha e a sala (Figura 88).



Figura 87 – Casa Sunset - opções de volume e tratamentos de fachada (www.tecverde.com.br)



Figura 88 - Casa Sunset - opções de plantas e variações - (www.tecverde.com.br)

A equipe de projetos da TECVERDE desenvolveu a casa Summer (Figuras 89, 90 e 91), com área variando entre 73 e 114m², que pode ser construída em terrenos de 11 m x 21 m ou maiores. É possível escolher entre duas opções de cozinha, uma delas *gourmet*, totalmente integrada à área social da casa, e outra sem contato direto com as salas de estar e jantar (Figura 91). Como opções de módulos adicionais, existem a garagem coberta e dois quartos e mais um banheiro social, que podem aumentar a área íntima da casa.



Figura 89 - Casa Summer - opções de volume e acabamento externo
(www.tecverde.com.br)



Figura 90 – Casa Summer – variações de acabamento externo
(www.tecverde.com.br)



Figura 91 - Casa Summer – opções de plantas (www.tecverde.com.br)

c. Sistema construtivo e nível de industrialização

A Construtora TECVERDE possui uma fábrica na região metropolitana de Curitiba, com uma equipe de produção, instalação e execução de obras, assim como engenheiros e arquitetos que desenvolvem os projetos arquitetônicos e estruturais, detalhando todo o sistema construtivo e as etapas de montagem.

As casas TECVERDE são construídas no sistema construtivo em painéis, sendo assim compostas por painéis de parede e piso que são precisamente cortados e montados na fábrica e, posteriormente, enviados ao canteiro de obras. Na instalação no local são unidos sobre uma fundação já executada. Os painéis da TECVERDE são abertos, isto

é, a ossatura da parede é revestida por chapas somente no lado exterior. O lado interior permanece aberto, sem vedação, para que a instalação elétrica e hidráulica ocorra no canteiro de obras. De acordo com os dados coletados, inicialmente a TECVERDE buscou oferecer um sistema de painéis fechados, isto é, inteiramente montados na fábrica, incluindo a parte elétrica e hidráulica. Entretanto, frequentemente ajustes eram necessários na instalação. A geração de desperdícios e o retrabalho fizeram com que a empresa optasse por um sistema aberto e mais adaptável aos ajustes não planejados, sendo assim mais flexível e acessível a personalizações.

Os principais materiais utilizados pela TECVERDE são: *Pinus* Autoclavado (madeira de *pinus* seca e tratada com CCA, produto que garante a durabilidade da madeira frente à umidade, ao cupim e outros insetos); OSB (chapas estruturais para composição das paredes); gesso acartonado (este aplicado nas paredes internas para efeito de acabamento); placa cimentícia (como possibilidade de revestimento externo); lã de vidro (como isolante térmico e acústico, inserido dentro das paredes, telhados e pisos); membrana impermeável (película que controla o vapor e protege a madeira estrutural das casas da umidade, possibilitando a respiração do material). O restante dos materiais é o mesmo utilizado em qualquer construção convencional.

A casa é entregue praticamente pronta. As paredes são entregues abertas e as instalações elétricas e hidráulicas são finalizadas no local. Os revestimentos externos e internos possuem a função de proporcionar conforto térmico, mantendo a temperatura interna constante graças ao isolamento e a tecnologias auxiliares, como painéis solares e janelas com vidros duplos, se necessário.

O melhor aproveitamento dos materiais – como as chapas de OSB, as placas de gesso acartonado e de revestimentos – é considerado no projeto, mas não é o que condiciona o dimensionamento espacial. Isto é, exceto pela modulação tradicional do sistema construtivo utilizado, a TECVERDE não trabalha com uma modulação padrão. Argumentam que se o foco fosse uma Habitação de Interesse Social (HIS) ou a construção de uma série de casas padronizadas, considerar o total aproveitamento dos materiais traria uma diferença significativa econômica. Entretanto, o foco é um processo mais personalizado, e uma rigidez modular não faz uma diferença substancial no custo final da casa, assim como na satisfação do futuro morador, segundo os proprietários da empresa.

d. Ferramentas de customização para a personalização da casa pré-fabricada pronta

A empresa oferece algumas opções de casas, com possibilidade de personalização em alguns aspectos, como adicionar ou não novos cômodos ou escolher tratamentos de fachada. Também é possível produzir uma casa totalmente exclusiva, uma vez que o cliente entre com o projeto e este possa ser adaptado às condicionantes do sistema construtivo.

A TECVERDE oferece um sistema que simula a personalização da casa diretamente através do *website* da empresa. O simulador TECVERDE (Figuras 92 e 93) funciona da seguinte forma: primeiro passo – escolher a casa dentre as opções na linha de casas TECVERDE; segundo passo – escolher os acabamentos de fachada, como tijolos, pintura ou *siding* de madeira; terceiro passo – adicionar módulos, como dormitórios, *closet*, *home-theater*, escritório; o quarto passo é visualizar o resultado, demonstrando a relação dos itens modificados, assim como os novos valores. Enquanto o usuário faz suas escolhas, automaticamente estas são possíveis de serem visualizadas no simulador.



Figura 92 – Ferramenta de customização de casa pré-fabricada TECVERDE
(www.tecverde.com.br)



Figura 93 - Ferramenta de customização de casa pré-fabricada TECVERDE – etapa final - resultado da simulação - (www.tecverde.com.br)

O sistema de configuração de projetos da TECVERDE, disponível ao usuário no *website*, na maioria das vezes é utilizado mais para conhecer as opções de projetos existentes e sinalizar as preferências. Após o contato, através do *website*, o usuário vai direto à empresa para de fato personalizar o seu projeto. Isso acontece pelo fato de que, especialmente no Brasil, este sistema construtivo plataforma (*wood-frame*) não ser tão difundido e os interessados desejarem conhecer as características funcionais e familiarizar-se com o processo para ter mais confiança na escolha.

Nas experiências da TECVERDE, de acordo com a arquiteta da empresa, os clientes solicitam poucas variações além das já disponíveis nos projetos prontos. Os usuários que querem algo muito diferente dos projetos oferecidos optam por um projeto totalmente customizado. Neste caso, há um processo de projeto semelhante ao de uma casa convencional, o diferencial ocorre a partir da produção e execução.

e. Níveis de flexibilidade incorporados ao projeto - classificação quanto à estratégia de comercialização da empresa

A flexibilidade permitida está presente no produto da empresa de casas TECVERDE, porém pode ser considerada moderada ao se

comparar com empresas como a BLUHOMES. Existem poucas opções de acabamentos acessíveis ao usuário nas casas prontas.

Quanto à flexibilidade planejada pela empresa, pode ser percebida de forma que não saia da concepção inicialmente elaborada para os projetos. Em cada projeto não se têm muitas possibilidades de manipulação de volumes, sendo assim os arranjos espaciais ficam mais condicionados. A adição e subtração de volumes podem ser feitas. Porém, se não forem parte das opções iniciais já ofertadas pela empresa, podem comprometer o resultado final do volume. O sistema não é tratado como módulos e sim como um projeto específico e restrito, dentro de suas possibilidades de customização.

Além das variações que se apresentam no *website* da empresa, a TECVERDE mostra-se aberta para outras sugestões e ajuste de projeto. Estas variações devem ser previstas na fase inicial do processo. Mesmo as previsões de alterações futuras, como o adicionamento de cômodos, devem ser sinalizadas na concepção inicial do projeto, para que a estrutura da casa já se encontre pronta para receber estas novas cargas e conexões.

4.6 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EMPRESAS

Ao analisar os dados coletados e apresentados anteriormente, é possível argumentar sobre alguns pontos importantes relacionados à flexibilidade de projetos e às ferramentas de customização aplicadas a uma casa pré-fabricada pronta. Estas percepções, complementares à coleta de dados teóricos, servem para que se evolua no tema da flexibilidade na arquitetura e na necessidade de personalização, desenvolvendo maior entendimento e aproximação da realidade à prática.

Ressalte-se que a análise foi feita através de dados obtidos a partir dos instrumentos de customização disponíveis para o usuário, de forma minimamente acessível, nos *websites* das empresas selecionadas. Com certeza, outros aspectos relacionados à customização são possíveis de serem feitos diretamente com a empresa, mas o que se atenta nesta pesquisa é a concepção total do projeto, a capacidade de incorporar um número de possibilidades de variações e sob qual formato. Nesta etapa, busca-se analisar como uma casa pré-fabricada se comporta no processo integrado entre usuário e empresa.

Todas as empresas observadas possuem, obviamente, pontos em comum, como por exemplo: a busca por uma arquitetura mais sustentável, a agilidade de produção, a facilidade de montagem, o mínimo impacto no terreno, a opção por materiais provenientes de fontes renováveis, a flexibilidade do sistema como diferencial e a importância da necessidade de personalização dos projetos.

A empresa TREEHOUSE é um exemplo de projetos de casas modulares, já que os módulos múltiplos são construídos como unidades individuais, transportados e depois montados no canteiro de obras. A vantagem está na rapidez e na facilidade de montagem, porém devem ser bem planejados, pois não se permitem alterações no momento de instalação, já que originalmente os módulos possuem encaixes precisos, com dimensões padronizadas.

Sendo um sistema fixo em módulos, a personalização é menos acessível ao usuário. Entretanto, pelo lado da empresa, a flexibilidade pode ser considerada mais simples e econômica. Os módulos proporcionam uma capacidade evolutiva da casa, assim como a elasticidade, adicionando novos cômodos ou módulos. Entretanto, este processo ocorre por intermédio da empresa fabricante e está condicionado ao padrão dos módulos. Por exemplo, se a necessidade do usuário for aumentar a casa, deverá ser acrescentado um ou mais módulos. Acrescentar mais módulos sempre é possível, pois todos vêm preparados com infraestrutura para adicionar novos elementos. Como os módulos encaixam-se perfeitamente entre si, as ampliações futuras tornam-se por um lado menos comprometedoras arquitetonicamente e, por outro, mais padronizadas. O controle do resultado final formal é mais seguro, os módulos geram uma linguagem padrão, mesmo quando colocados de maneiras variadas.

A empresa oferece um número de projetos prontos ou a possibilidade de configurar o projeto ideal. Contudo, como instrumento de customização do projeto, a TREEHOUSE não deixa claro para o usuário a aparência final da casa. A configuração ocorre somente em planta baixa, configurações de *layout*, etc. Não é possível, por exemplo, explorar volumes e adicionar um segundo pavimento. Mas o processo é simples: um cômodo sendo um módulo facilita um jogo de arranjos. É possível ao futuro morador exercitar sua liberdade de escolha e interpretação dos próprios desejos de forma espontânea e acessível, como um jogo de encaixe.

Internamente, o layout é livre, podendo se adaptar a inúmeros arranjos espaciais. Os módulos correspondem aos cômodos, que são padronizados e neutros. A exceção está nos módulos de serviço - cozinha, instalações, banheiros e escada. Sendo assim, tendo as aberturas posicionadas de forma estratégica, a casa pode se expandir e os usos podem ser alternados. A flexibilidade inicial – ou permitida - isto é, o número de variações arquitetônicas razoavelmente possíveis desde o momento de concepção de projeto até a ocupação existe, porém é oferecida parcialmente para ser explorada pelo usuário.

A casa modular não é considerada a que oferece maior grau de flexibilidade no projeto, que obviamente é condicionado a um módulo padrão. Mas facilita nas combinações e soluções futuras de maneira formalmente coordenada.

A flexibilidade inicial é permitida somente pelas opções de arranjos possíveis com os módulos oferecidos. Entretanto, as opções de acabamentos – revestimentos, cores, texturas – são poucas, limitando ainda mais o exercício de personalização.

A flexibilidade planejada é sugerida pela facilidade de se acrescentar módulos futuros. A manipulação de volumes ocorre de forma simplificada, tendo como resultado formal uma linguagem volumétrica pura. Entretanto para o lado do usuário não se apresenta de forma clara.

Por outro lado, os módulos são rígidos na questão formal e carregam uma linguagem arquitetônica predominante, mesmo tendo diversas combinações. Desta forma, a personalização é limitada. O processo resulta em soluções semelhantes e a necessidade de exclusividade pelo lado do usuário não é evidenciada.

A empresa BLUHOMES tem em sua linha de projetos prontos o ponto de partida para o processo de personalização. A empresa trabalha com painéis, que permitem um alto grau de flexibilização e personalização do projeto.

Desta forma, os projetos oferecem variações arquitetônicas dentro da linha de casas da empresa. O projeto de cada modelo foi pensado de maneira planejada, existindo diversas opções de programas de necessidades (número de quartos, banheiro, dependências, etc.). Definidos o modelo e o programa, a variedade de opções de acabamentos e tratamentos é bem grande, porém controlada por uma concepção ampla, isto é, para cada modelo de casa foram selecionados grupos de acabamentos, coordenados entre si.

Desta forma, a qualidade arquitetônica final não fica comprometida. A liberdade de escolha existe e o controle também, com o objetivo de manter a qualidade do resultado final, que é possível de ser visualizado de forma clara e atrativa.

Sendo assim, a flexibilidade permitida está presente e é bastante ilustrativa e atrativa. O usuário é estimulado a personalizar, as opções são variadas e a capacidade de entender suas escolhas de forma clara está disponível. Existe um alto investimento no processo de customização com a participação do usuário.

O estudo volumétrico é definido nas opções de programa de necessidades escolhido inicialmente pelo usuário. Na etapa seguinte, só se pode interferir nos acabamentos, revestimentos e equipamentos, sem manipular paredes e arranjos espaciais alternativos.

Pode-se considerar que não se percebe a capacidade evolutiva da casa e a elasticidade incorporada na concepção do projeto. Sendo assim, a flexibilidade contínua não está tão acessível ao usuário durante o uso da habitação. A adição e subtração de volumes podem ser feitas, mas devem ser contempladas no início do processo, para não comprometer a qualidade do resultado arquitetônico final da casa.

Na empresa METHODHOMES, pode se perceber que há pouco acesso à customização através do *website* da empresa. Em relação à concepção geral dos projetos e à acessibilidade do usuário na configuração da casa, o processo de customização e participação na escolha da casa é limitado.

Dentro de cada modelo de projeto existem muitas variações de configurações prontas; o usuário deve escolher a que mais vai ao encontro de suas necessidades. É o máximo grau de escolha possível de se exercitar na escolha da casa. Sendo esta flexibilidade inicial - permitida pela empresa – medida pelo número de variações possíveis, ela pode ser considerada parcial.

Pode-se concluir que existe a liberdade de propor variações arquitetônicas, mas estas são feitas diretamente em contato com a equipe local da empresa. As informações que se encontram acessíveis são, provavelmente, um ponto de partida para o caminho que será percorrido junto à empresa, na prática.

Semelhante aos exemplos anteriores, ao se tratar de uma casa pré-fabricada no sistema construtivo *steel-frame*, sempre existe a facilidade de se ampliar a casa, ajustar às novas necessidades, etc.

Trata-se de um sistema que originalmente já possui um alto grau de flexibilidade incorporado.

A empresa LIVING HOMES pode ser considerada um exemplo semelhante à BLUHOMES, citada anteriormente, no que se refere às possibilidades de personalização. Oferece um processo de escolha e participação do usuário com o objetivo de garantir uma experiência confortável e previsível na configuração e escolha da casa. Para tanto, desenvolveu um sistema de configuração sofisticado, que é claro, acessível e atrativo ao usuário.

A flexibilidade inicial existe nos projetos; todavia, todas as opções de alterações estão vinculadas a um projeto fixo, com um número restrito, mas atrativo, de opções de variações arquitetônicas, que são oferecidas dentro da linha de casas da empresa. Para cada modelo de casa existem algumas opções de programas (número de quartos, banheiros, etc.). Definidos o modelo e o programa, a variedade de opções de acabamentos e tratamentos é bastante variada. O resultado final é possível de ser visualizado de forma clara.

Um diferencial da empresa LIVING HOMES é a possibilidade de acompanhar as alterações relacionadas ao desempenho sustentável da edificação e, sendo assim, realizar escolhas mais conscientes. O usuário tem a possibilidade de exercer escolhas entre materiais mais sustentáveis, qualidade ambiental interna, sistema de geração de energia, ou dispositivos de captação de água da chuva, e automaticamente visualizar os pontos atribuídos às escolhas, sendo estes padrões do selo LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*).

Na empresa brasileira TECVERDE, a flexibilidade inicial existe nos projetos oferecidos, entretanto, através do *website*, as opções de variações são mais restritas que a realidade. O usuário pode fazer algumas alterações, como adição de alguns cômodos e alterações no acabamento externo, como madeira, tijolo ou pintura. Ao adicionar algum cômodo, o volume total se transforma automaticamente no sistema de configuração da empresa disponível no *website* e pode-se visualizar o resultado, assim como o orçamento final é atualizado.

Além das variações que se apresentam no *website* da empresa, a TECVERDE mostra-se aberta para outras sugestões e ajustes de projeto. Estas variações devem ser previstas na fase inicial do processo. Mesmo as previsões de alterações futuras, como o adicionamento de cômodos, devem ser sinalizadas na concepção inicial do projeto, para que a

estrutura da casa já se encontre pronta para receber estas novas cargas e conexões. Ao se tratar de casas pré-fabricadas, e no sistema plataforma, sempre existe a facilidade de se ampliar a casa e se ajustar às novas necessidades. Trata-se de um sistema que originalmente já possui um alto grau de flexibilidade incorporado.

Não somente para a TECVERDE, mas para todas as empresas, não compreender o exercício da flexibilidade na concepção do projeto torna este futuro processo caro, quase como um projeto convencional. A flexibilidade planejada será incorporada no projeto se o usuário sinalizar a intenção no fechamento inicial do projeto.

O Quadro 1 apresenta um estudo comparativo entre as características que possibilitam a personalização de uma casa pré-fabricada e em que grau são ofertadas pelas empresas avaliadas. O grau de oferta está caracterizado por: oferece, oferece parcialmente e não oferece, que foi definido pela presença das características no produto oferecido pela empresa.

FLEXIBILIDADE PERMITIDA / PLANEJADA BRANDÃO, MAHLMANN, 2007 classificação da flexibilidade quanto à estratégia de comercialização	características que possibilitam a personalização de uma casa pré-fabricada	TREE HOUSE	BLU HOMES	METHOD HOMES	LIVING HOMES	TECVERDE
	variedade de modelos de casas	oferece parcialmente	oferece	oferece parcialmente	oferece	oferece parcialmente
	múltiplas opções de programa de necessidades	oferece	oferece	oferece	oferece	oferece parcialmente
	variedade de acabamentos	oferece parcialmente	oferece	oferece parcialmente	oferece	oferece
	diversidade tipológica variedade de estilos arquitetônicos	não oferece	oferece	oferece parcialmente	oferece	oferece parcialmente
	capacidade evolutiva (construção em etapas)	oferece	oferece parcialmente	oferece parcialmente	oferece parcialmente	oferece parcialmente
	multifuncionalidade espacial	oferece parcialmente	não oferece	oferece parcialmente	não oferece	não oferece
	interface atrativa com o usuário	oferece	oferece	oferece parcialmente	oferece	oferece
	possibilidade de visualizar o resultado final das escolhas	oferece parcialmente	oferece	oferece parcialmente	oferece	oferece

Quadro 1 – Características que possibilitam a personalização de uma casa pré-fabricada x grau de oferta da empresa

O Quadro 2 ilustra o nível de pré-fabricação das empresas pesquisadas, sendo dividido em casa módulo tridimensional e casa composta por painéis. As imagens foram retiradas da própria base de dados da empresa.

empresa	nível de pré-fabricação	imagem ilustrativa
TREE HOUSE	casa módulo tridimensional	
BLU HOMES	casa módulo tridimensional	
METHOD HOMES	casa módulo tridimensional	
LIVING HOMES	casa composta por painéis	
TECVERDE	casa composta por painéis	

Quadro 2 – Nível de pré-fabricação das empresas

Ao analisar os dados coletados, pode-se perceber que a empresa BLUHOMES trata-se do exemplo de qualidade. Destaca-se, uma vez que oferece um produto completo e integrado ao utilizar a flexibilidade como instrumento facilitador no processo de personalização. Entretanto, por outro lado a empresa TECVERDE pode ser tratada como mais próxima do ideal uma vez que utiliza o sistema plataforma em madeira, considerado o que mais atribui benéficos.

Os dados obtidos foram analisados de forma integrada ao processo global da pesquisa teórica. É uma amostragem de exemplos ilustrativos reais, que servem como complemento para o processo de análise das situações, em busca de possíveis estratégias arquitetônicas, que devem ser consideradas como parte da concepção de projetos de casas pré-fabricadas.

Observando os dados coletados, conclui-se que cada grau de flexibilidade agrega pontos positivos e negativos, mais ou menos eficazes dentro do processo de personalização de uma casa. Aspectos que passam desde valores associados à satisfação do usuário, até os econômicos, acrescidos ao processo construtivo e, desta forma, ao custo final da casa.

Esta pesquisa enfatizou a flexibilidade possível de ser planejada por uma empresa que fabrique e comercialize casas pré-fabricadas. No capítulo seguinte, serão revisados os principais indicadores de

flexibilidade como instrumento facilitador no processo de personalização de uma casa pré-fabricada. Na sequência, a abordagem será então direcionada ao sistema plataforma em madeira (*wood-frame*), a fim de incentivar o uso e colaborar com a geração de conhecimentos em torno deste sistema construtivo.

CAPÍTULO 05: CONCLUSÕES

5.1 INDICADORES DE FLEXIBILIDADE NO PROCESSO DE PERSONALIZAÇÃO DE CASAS PRÉ-FABRICADAS

Neste capítulo, será apresentado um estudo dos principais indicadores de flexibilidade como instrumento facilitador no processo de personalização de uma casa pré-fabricada, particularmente quando esta é adquirida com projetos prontos, através de ferramentas de customização.

Os indicadores de flexibilidade estão voltados para estratégias de projeto e para a comunicação com o usuário, sendo, portanto, direcionadas à empresa construtora de casas pré-fabricadas. O objetivo é aproximar o usuário do sistema, demonstrando o quanto este processo pode e deve ser considerado no momento de se obter uma nova casa. A abordagem se voltará para a pré-fabricação de casas de madeira como o sistema ideal para a pré-fabricação no Brasil.

Indicadores nada mais são do que estratégias, recomendações; neste caso, são frutos da pesquisa teórica realizada e dos exemplos de experiências práticas no mercado. Com base na literatura especializada e no resultado da coleta de dados, foram revisados indicadores já elaborados e definidas recomendações que poderão ser consideradas pelos projetistas, visando uma casa adaptável aos desejos e usos iniciais e permanentes.

Existem itens considerados essenciais para conferirem qualidade ao projeto arquitetônico de uma habitação, como, por exemplo, alguns atributos físicos e psicológicos, a saber: a habitabilidade, relacionada ao conforto ambiental (térmico, acústico, visual, tátil e mecânico) pela qualidade do ar, por sua estanqueidade e salubridade; a segurança, contra incêndio e intrusão; a adequação do espaço funcional: espaços funcionais e dimensionados com capacidade para cumprir suas funções; a articulação: permitir tanto o convívio como a privacidade dos seus usuários nos espaços; a personalização: espaços que permitam a sua apropriação e adaptação; a estética: uma habitação atraente tanto interna quanto externamente; e a economia: otimização dos recursos necessários para alcançar os itens de qualidade (DIGIACOMO, 2004 *apud* BRANDÃO, 2006).

Os itens relacionados anteriormente podem ser considerados requisitos mínimos para se obter qualidade na habitação. Dentro do objetivo referente à pesquisa, será dada maior atenção à

personalização, articulação e funcionalidade, situações que podem ser alcançadas em uma casa pré-fabricada pronta por meio da flexibilidade de projetos.

Acima de tudo, a flexibilidade incorporada a uma casa pré-fabricada está totalmente relacionada à concepção de projeto. As diversas situações possíveis devem estar contempladas na ideia matriz do projeto e, desta origem, haverá o desencadeamento de alternativas que proporcionam as variações desejadas. A etapa de projeto não deve ser considerada isoladamente. Deve estar planejada e articulada de tal maneira que a execução esteja sempre rigidamente vinculada à ideia inicial e, esta, aos objetivos propostos, ao nível da tecnologia a ser empregada e à situação do mercado consumidor.

Importante ressaltar que nesta pesquisa o nível de flexibilidade que está sendo analisado é o planejado e permitido pela empresa na fase inicial de configuração do projeto. Todas as recomendações estão relacionadas a um planejamento do uso da flexibilidade pela empresa e o quanto será permitido ao usuário usufruir desta ferramenta no processo de personalização da sua casa.

A flexibilidade planejada também contempla o uso contínuo da casa, pois se trata do número de intervenções futuras que o projeto oferece para serem feitas durante o uso da casa, assim como o quanto estas estão acessíveis ao usuário (BRANDÃO; HEINECK, 2007).

Na revisão teórica aborda-se a flexibilidade contínua, que se exercita durante o uso do espaço, entretanto este processo não foi contemplado na coleta de dados, uma vez que seria necessária uma observação ao longo prazo, durante o uso permanente do espaço. Os dados da flexibilidade inicial estão acessíveis. A flexibilidade permanente é abordada e analisada na teoria. Na prática ela está sugerida, entretanto não é possível saber efetivamente se ela é exercitada na realidade.

O termo customização está sendo utilizado também na etapa da flexibilidade inicial, quando a casa é tratada como um produto. Sabe-se que a customização está extremamente associada à produção e às possibilidades de sobreposição de componentes, sendo um conceito vinculado com o processo produtivo sofisticado. Nesta pesquisa, a customização está vinculada aos ajustes permitidos pela empresa, desde a concepção do projeto até a ocupação da casa pelo futuro morador. Isto é, a interface entre empresa e usuário no processo de personalização e decisão de compra.

A seguir apresenta-se uma sistematização dos principais indicadores de meios para que se ofereça a personalização em uma casa pré-fabricada fabricada no sistema plataforma em madeira:

- INDICADORES DE MEIOS CONSTRUTIVOS FLEXÍVEIS

1. Optar por casas pré-fabricadas compostas por painéis

O conceito de flexibilidade está relacionado com a possibilidade de se produzir diferentes edificações a partir de um conjunto de subsistemas e com a possibilidade de se alterar a edificação facilmente durante o tempo de sua utilização (BONIN, 1987 *apud* ESPINDOLA, 2010). Neste sentido, o sistema industrializado para a pré-fabricação de casas de madeira que mais se mostra recomendável é a casa composta por painéis. Neste formato, painéis são subsistemas, como painéis de piso ou parede, que são precisamente cortados e montados na fábrica, e posteriormente enviados ao canteiro de obras para serem unidos. Este sistema é recomendado porque conserva os benefícios da agilidade, precisão, controle dimensional e montagem simples, sem deixar de ser flexível, e permitir um alto grau de personalização do projeto (ESPINDOLA, 2010).

Comparada com a casa modular, o uso de painéis pode gerar mais arranjos, obtendo maior variabilidade por meio da construção, um dos conceitos da flexibilidade. Proporcionar composições espaciais adaptáveis às diferentes necessidades (ESPINDOLA, 2010; BRANDÃO, 2006).

Sendo a casa composta por painéis a mais recomendada, ela ainda pode ter painéis de parede abertos ou fechados. O sistema de painéis abertos seria o mais indicado em um primeiro momento, ou seja, deixar a ossatura do painel revestida por chapas apenas no lado exterior, enquanto o interior permanece sem vedação para a adição da instalação elétrica e hidráulica no canteiro. Isto seria mais vantajoso, pois caso haja necessidade de alguma adaptação durante a instalação, não seria preciso abrir os painéis e, conseqüentemente, o retrabalho e o desperdício (ESPINDOLA, 2010).

- INDICADORES DE MEIOS DE PROJETO ARQUITETONICO FLEXÍVEIS

2. Oferecer uma linha variada de modelos de casas

Buscar oferecer mais de um estilo de casa, dessa forma o usuário terá maior capacidade de identificação com sua futura habitação. A sociedade atual é muito heterogênea, com diferentes necessidades, e deseja que cada vez mais um espaço ofereça exclusividade (FRUTOS; BORENSTEIN, 2001). Esta recomendação está associada aos diferentes estilos arquitetônicos que podem ser explorados, tais como: coberturas com inclinação, mais tradicional, ou coberturas planas, sendo uma linguagem mais contemporânea, assim como a oferta de acabamentos.

3. Prever a adaptabilidade do projeto em diferentes terrenos e orientações solares

Contemplar as possibilidades de adaptação dos modelos de casas elaborados às possíveis orientações solares – assim como em formatos de terrenos e sua topografia. Esta recomendação está associada, também, a capacidade evolutiva da casa (Indicação 7), às possibilidades de ampliações futuras – flexibilidade planejada – no sentido de prever o crescimento da casa no espaço do terreno disponível.

4. Opções de layouts alternativos e programas de necessidades

Para cada modelo de casa, desenvolver diversas opções de programas de necessidades: número de quartos, banheiros, dependências, etc. Esta recomendação está associada à possibilidade de se construir em etapas – e desta forma entrar também na flexibilidade planejada. A empresa é quem elabora todos os *layouts* alternativos, oferecendo várias opções de plantas para um mesmo modelo de casa pré-fabricada. Ao oferecer múltiplas possibilidades de programas, também está sendo oferecida a possibilidade de ampliar a casa, realizar junções e desmembramentos (BRANDÃO, 2006). Uma vez que estas opções são contempladas nos projetos, o usuário pode planejar as etapas da sua construção.

Oferecendo possibilidades de programas, a empresa terá a habilidade de fornecer um produto mais individual (DAVIS, 1989 *apud* FRUTOS; BORENSTEIN, 2001). A organização do espaço e o projeto devem ser compatíveis com diferentes padrões de vida no decorrer do tempo (BRANDÃO; HEINECK, 2007).

5. Trabalhar com uma planta livre

Considerada como uma das soluções primordiais para se obter um espaço flexível, a planta livre é uma estratégia importante, uma vez que deixa as divisórias internas leves e livres para novas possibilidades, sem interferir na estrutura principal da casa. No caso do sistema plataforma, os painéis internos contribuem para o equilíbrio da

estrutura total da casa. Desta forma, a indicação do uso da planta livre deve ser moderada e condicionada às necessidades da segurança estrutural. Recomenda-se trabalhar com arranjos que possibilitem ter divisórias removíveis em espaços menos condicionados, como salas, escritórios, *home-theatre*, espaços de lazer, etc. (DIGIACOMO, SZÜCS *apud* KRAMBECK, 2006).

Como referência a esta estratégia de flexibilidade, não se pode deixar de reforçar que a planta livre é um dos cinco pilares da arquitetura considerados na pesquisa de Le Corbusier (1926). Sendo este arquiteto um dos maiores destaques na pesquisa e busca por uma arquitetura flexível, considerava essencial para se atingir este objetivo ter a estrutura independente para permitir a livre locação das paredes, uma vez que elas não exerçam função estrutural (FINKELSTEIN 2009).

Neste sentido pode ser indicar a opção por ambientes únicos, com ausência de divisões internas, que pode ser mais aplicado em espaços sociais, de uso conjunto, onde pode haver a integração de usos, como salas de estar, salas de jantar, espaços de lazer e cozinhas.

6. Configuração da planta segundo núcleo de serviços

Esta recomendação vai de encontro à teoria desenvolvida pelo arquiteto modernista Mies van der Rohe, sendo que complementa também a indicação anterior. O arquiteto enfatiza que os espaços internos devem ser livres, tendo como ponto fixo - permanente um núcleo de serviços (cozinha, banheiro, área de serviço). Trata-se da idéia central da casa Núcleo (FINKELSTEIN 2009). Desta forma, utilizando divisórias leves, existe a facilidade de re-configurar o layout de diversas maneiras sem afetar a estrutura da casa. No caso do sistema plataforma a estrutura estaria concentrada nas paredes externas, sendo equilibrada pelo núcleo de serviços, posicionado estrategicamente.

7. Planejar a capacidade evolutiva da casa

Planejar a ampliação da casa, a capacidade evolutiva, a adição e a subtração de volumes, levando em conta a posição das aberturas, assim como as instalações elétricas e hidráulicas (recomendações 9 e 10). Esta recomendação é conjunta e vinculada a outras, uma vez que faz parte da concepção geral do projeto. Planejar a expansão externa é oferecer a possibilidades de se construir em etapas. Esta estratégia também se apresenta como expansão interna, através da apropriação de espaços contidos na edificação original (DIGIACOMO; SZÜCS, 2003

apud KRAMBECK 2006; BRANDÃO, 2006; GALFERTTI, 1997 *apud* BRANDÃO; HEINECK, 2007).

a. Planejamento da altura da cobertura

Planejar a altura da cobertura também proporciona a expansão interna, como no caso da construção de mezaninos (BRANDÃO, 2006).

b. Preparar a estrutura para futuras ampliações

Preparar a estrutura tanto para as ampliações internas quanto externas (BRANDÃO, 2006). Projetar de acordo com as possibilidades que o sistema construtivo plataforma em madeira permite.

8. Elaborar espaços multifuncionais

Trabalhar com cômodos com dimensões equilibradas, que se adaptariam a outros objetivos. Investir na descaracterização funcional das peças, não tendo um só uso específico, de forma a dar-lhes alternativas de outros usos. O usuário tem a possibilidade de definir o uso (DIGIACOMO, SZÜCS, 2003 *apud* KRAMBECK 2006). A flexibilidade é definida como a possibilidade de um espaço permitir diversas funções sem modificar as partes construídas (JOEDICKE 1979; DIGIACOMO, SZÜCS 2003 *apud* BRANDÃO, 2006)

Muitos autores afirmam que um espaço flexível é aquele que se propõe a diversos usos, mas nem sempre projetar um espaço múltiplo é uma tarefa simples, esta depende também de considerar as recomendações seguintes (9 e 10).

9. Posicionamento estratégico das instalações hidráulicas, elétricas e pontos de iluminação (multifuncionalidade espacial e capacidade evolutiva da casa)

Para que um espaço possa absorver diversas funções, as instalações elétricas devem estar estrategicamente posicionadas, sugerindo mais de uma possibilidade de layout, sem comprometer as possibilidades de uso do ambiente, isto é locar as luminárias e tomadas de forma que não condicione o ambiente e dificulte novos arranjos espaciais. Recomenda-se dimensionar as tubulações maiores para outros possíveis circuitos elétricos (BRANDÃO, 2011). Recomenda-se planejar estes pontos para que seja oferecida a multifuncionalidade espacial, onde o uso dos espaços da edificação é determinado pelo usuário (DIGIACOMO; SZÜCS 2003 *apud* KRAMBECK, 2006).

10. Posicionamento estratégico das aberturas e esquadrias (multifuncionalidade espacial e capacidade evolutiva da casa)

Esta recomendação está vinculada não só a multifuncionalidade dos espaços, mas também a capacidade de ampliabilidade da casa,

quando pode ser ampliada externamente (BRANDÃO, 2006). Internamente pode-se, por exemplo, prever uma porta entre um quarto em um banheiro, podendo, assim, transformá-lo em uma suíte. Externamente, deve ser considerado em que sentido a edificação pode ser ampliada e, assim, local adequadamente as aberturas.

- INDICADORES DE MEIOS DECORATIVOS FLEXÍVEIS

11. Variedade de acabamentos e revestimentos

Desenvolver, para cada modelo de casa, uma gama de acabamentos possíveis, que combinem entre si. Não tratar como opções isoladas, especialmente os que envolvem o resultado visual final da casa. Estes podem ser: revestimentos externos de fachada; acabamentos internos de piso e parede – cores e texturas; equipamentos e mobiliário, entre outras variações mais decorativas.

No sistema plataforma, diversos acabamentos podem ser aplicados – interna e externamente. Externamente, basta a colocação de placas cimentícias, que a superfície poderá receber uma enorme variedade de revestimentos. A Figura 94 relaciona alguns exemplos como *siding* (a), revestimentos de pedra ou tijolos (b), *deck* de madeira (c), reboco com pintura ou acabamentos como cimento queimado (d):



Figura 94: Ilustração das possibilidades de acabamentos externos em construções no sistema plataforma: *siding* (a), revestimentos de pedra ou tijolos (b), *deck* de madeira (c), reboco com pintura ou acabamentos como cimento queimado (d).

A recomendação de se oferecer uma gama de acabamentos coordenados entre si dá-se pela necessidade de um resultado final esteticamente agradável e equilibrado. A empresa deve considerar múltiplas combinações para sugerir ao usuário. A estética é um valor que está associado com as preferências, experiências e percepções que os usuários têm do mundo. Estética (prazer) é considerada uma das metas da arquitetura desde os tempos de Vitruvius (século I a.C.), junto com a tecnologia (firmeza) e a função (comodidade) (MOORE 1984). Oferecer diferentes acabamentos é uma das categorias mais básicas da flexibilidade inicial. É uma estratégia simples de permitir que o usuário exerça escolhas e personalize sua futura casa (SEBESTYEN, 1978 *apud* BRANDÃO; HEINECK, 2007).

12. Oferta de equipamentos complementares

Investir na oferta de mobiliários complementares ao projeto de interiores, como armários, luminárias e mobiliários em geral. Assim como equipamentos que proporcionem menor consumo de energia oferecendo um desempenho mais sustentável à habitação. Por exemplo, oferecer materiais sustentáveis, sistemas de captação de energias alternativas, reutilização de água e ventilações naturais. Esta recomendação foi percebida na prática de alguns casos na coleta de dados nas empresas, especialmente na empresa Bluhomes, Livinghomes e Tecverde. Nota-se que o maior atrativo percebido pelos usuários em uma casa pré-fabricada está na agilidade do processo, na concentração das atividades em um único fornecedor e na possibilidade de planejamento da obra. Ao incluir equipamentos complementares a oferta da casa, e necessários, estará sendo ofertado um produto ainda mais personalizável.

13. Trabalhar com mobiliários não fixos

Como existem situações imprevisíveis, o ideal é trabalhar com mobiliários não fixos. Trata-se também do conceito de flexibilidade associado à adaptabilidade: quando se pode obter a alternância ou a sobreposição de funções nos ambientes, sem construção, seja pela neutralidade do ambiente, seja pelo uso de elementos móveis como portas de correr, por exemplo; (BRANDÃO, 2006). Finkelstein (2009) indica o uso de divisórias móveis que facilitam a flexibilidade.

- INDICADORES DE MEIOS VOLTADOS À LIBERDADE DE USO

14. Evitar o excesso de neutralidade

Segundo Hertzberg (2006), um espaço flexível está associado à neutralidade, pois significa que um espaço sirva para diversos usos. Porém para que um espaço seja totalmente flexível seu projeto deve ser neutro, capaz de absorver novas alternativas. A neutralidade consiste apenas na ausência de identidade, na falta de traços característicos e, conseqüentemente, de atratividade.

A recomendação encontra-se em elaborar espaços multifuncionais que não sejam totalmente neutros, com indicativos de funções.

15. Incentivar a integração entre o usuário e o espaço

Esta recomendação está associada à reflexão em torno do papel do arquiteto e na capacidade que o ambiente possui de absorver e comunicar significados. Não é uma indicação prática e sim mais para que se reflita sobre o efeito que o ambiente pode ter sobre os usuários, e, inversamente, o efeito dos usuários sobre o ambiente. Trata-se da essencial busca de chegar a uma arquitetura que quando os usuários decidirem dar-lhe um uso diferente do que foi originalmente concebido pelo arquiteto, não seja perturbada a ponto de perder sua identidade. A ideia que a arquitetura deveria oferecer o incentivo para que os usuários a influenciassem sempre que possível, não apenas para reforçar sua identidade arquitetônica, mas especialmente para realçar e afirmar a identidade de seus usuários (HERTZBERG, 2006).

16. Oferecer flexibilidade sendo uma solução percebida de forma clara pelo usuário

Esta também é uma reflexão para que se considere e ofereça a flexibilidade de uma forma clara e com uma solução definida, para que não seja tratada como a falta de solução (HERTZBERG 2006). Trata-se do cuidado para que se atinja o equilíbrio entre a quantidade de escolhas ofertadas e a necessidade do usuário de perceber a solução de forma consistente e não incerta ou neutra demais. Uma vez que ele se interessou por uma casa pré-fabricada, muito da motivação está na agilidade do processo e na capacidade de planejamento. Se a ideia fosse fazer uma casa totalmente customizada, provavelmente o futuro morador teria contratado um arquiteto diretamente.

17. Desenvolver um manual de apoio ao usuário

Recomendação que incentiva a flexibilidade permanente, isto é, durante o uso da casa. Trata-se de fornecer um material com opções de projeto de ampliações e criar um manual de conservação e intervenção na habitação (BRANDÃO, 2011).

18. Ferramenta de customização de projetos

Investir em uma ferramenta de customização que integre o usuário ao processo de projeto de forma acessível, para que o usuário possa visualizar as ofertas de opções e o resultado de suas escolhas. Um número cada vez maior de consumidores deseja produtos personalizados que satisfaçam melhor suas preferências pessoais em vez de produtos projetados para um usuário médio anônimo. De acordo com Frutos e Borenstein (2001), esta tendência deve conduzir a uma participação crescente do cliente durante as etapas de projeto. Do processo de personalização surge a necessidade de se investir em uma maior integração entre os setores de projeto, execução, aquisição de materiais e venda (BRANDÃO; HEINECK, 2007).

Conforme aponta Nahmens (2007), a customização em massa é considerada o caminho para oferecer uma variedade de soluções individuais incorporadas a uma produção industrial.

Os indicadores do uso da flexibilidade como facilitador no processo de personalização de uma casa pré-fabricada, recomendados neste capítulo, estão sintetizados nos quadros 3 e 4.

	INDICADORES PARA PERSONALIZAÇÃO	PRÁTICA SUGERIDA	FACILIDADES PARA O USUÁRIO	ATRIBUIÇÕES A EMPRESA
MEIOS CONSTRUTIVOS	CASAS PRÉ-FABRICADAS COMPOSTAS POR PAINÉIS	Adotar este sistema nos projetos e na produção das casas	maior flexibilidade/ adaptabilidade e capacidade de reformas frente as mudanças	produção de diferentes edificações a partir do mesmo conjunto de sub-sistemas
	1			
MEIOS DE PROJETO ARQUITETÔNICO	VARIEDADE NOS MODELOS DE CASAS	investimento em projetos: oferecer estilos variados	capacidade maior de se identificar com sua futura habitação - desejo de exclusividade	maior investimento em projeto, na diversidade de materiais e produtos para compor diferentes estilos
	2			
	ADAPTABILIDADE AOS DIVERSOS TIPOS DE TERRENOS E ORIENTAÇÕES SOLARES	investimento em projeto/ prever diferentes situações/ orientação solar, topografia e dimensionamento	adaptação a necessidade do usuário / ao seu terreno/ capacidade de ampliação	prevendo as diferentes situações evita-se a o trabalho de adaptação em situações particulares
	3 - 7			
	OPÇÕES DE LAYOUTS PROGRAMAS DE NECESSIDADES	explorar diversos arranjos de acordo com as demandas de mercado / planejar o crescimento da casa	capacidade de encontrar o programa ideal - compatível com sua necessidade / construir em etapas	capacidade de prever futuras ampliações; evitar o desperdício; futuros re-trabalhos / satisfazer mais usuários
	4 - 7			
	PLANTA - LIVRE	priorizar a estrutura nas paredes externas da casa; utilizar divisórias leves e livres; equilibrar a estrutura em locais estratégicos	possibilidade de dar novos usos aos espaços sem que sejam necessários grandes investimentos	possibilidade de renovar o projeto sem que a estrutura seja afetada - oferece diversidade
	5 - 8			
MEIOS DECORATIVOS E COMPLEMENTARES	CONFIGURAÇÃO SEGUNDO NÚCLEO DE SERVIÇOS	configurar a planta com o núcleo de serviços em local estratégico - deixar o espaço extra livre para alterações futuras	possibilidade de dar novos usos aos espaços sem que sejam necessários grandes investimentos	possibilidade de renovar o projeto sem que a estrutura seja afetada - oferece diversidade
	6			
	CAPACIDADE EVOLUTIVA PLANEJAR A AMPLIAÇÃO DA CASA	planejar a capacidade evolutiva: a adição e a subtração/ posição das aberturas/ instalações elétricas e hidráulicas/ altura da cobertura / projeto estrutural	possibilidade de construir em etapas. Espaço com mais adaptabilidade sem perder a funcionalidade	esta recomendação agrega mais custos - deve ser planejada para que não encareça demais o produto final
	7 - (a) - (b) - 9 - 10			
MEIOS DECORATIVOS E COMPLEMENTARES	ELABORAR ESPAÇOS MULTIFUNCIONAIS	trabalhar com dimensões equilibradas nos ambientes / espaços neutros / prever os usos possíveis	possibilidade de dar novos usos aos espaços sem movimentar paredes / ou divisórias	possibilidade de renovar o projeto sem que a estrutura seja afetada - oferece diversidade
	8 - 9 - 10			
	VARIACÕES NOS ACABAMENTOS	adotar diferentes acabamentos: revestimentos, materiais, equipamentos etc, De forma coordenada entre si	flexibilidade inicial - alternativas básicas do exercício da personalização	não requer um grande investimento, assim com alterações no volume da edificação
	11			
MEIOS DECORATIVOS E COMPLEMENTARES	OFERTA DE EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES	mobiliários / equipamentos que proporcionem menor consumo de energia / gerar atributos sustentáveis	facilidades / planejamento mais personalização	trabalhar com fornecedores parceiros / maior valor agregado
	12			
MEIOS DECORATIVOS E COMPLEMENTARES	MAIS MOBILIÁRIOS MÓVEIS MENOS MOBILIÁRIOS FIXOS	melhor adaptação as mudanças / utilizar mobiliário fixo em cômodos mais permanentes / painéis / divisórias leves espaços mais adaptáveis	maior liberdade de uso / adaptação as novas funções	não modifica para empresa oferecer o mobiliário sob medida - normalmente é tratado como produto extra
	13 - 5 - 8			

Quadro 3 – Relação das recomendações (voltadas para a indústria) para a oferta de personalização de uma casa pré-fabricada em madeira – parte 1

	INDICADORES PARA PERSONALIZAÇÃO	PRÁTICA SUGERIDA	FACILIDADES PARA O USUÁRIO	ATRIBUIÇÕES A EMPRESA
MEIOS VOLTADOS A LIBERDADE DE USO	14 EVITAR EXCESSO DE NEUTRALIDADE	encontrar o equilíbrio para não oferecer a ausência total de identidade	o usuário percebe a indicação da função de um espaço específico / maior funcionalidade	investimento em projeto
	15 INCENTIVO A INTEGRAÇÃO USUÁRIO X AMBIENTE CONSTRUÍDO	levar em conta o papel do arquiteto / perceber que existe uma integração natural entre o usuário e o ambiente construído	proporciona experiências mais naturais, sem condicionar a participação e o uso do espaço / gera a capacidade de atribuir mais significados	investimento em pesquisa e projetos que se atentem ao papel do usuário no seu espaço
	16 OFERECER FLEXIBILIDADE COM UMA SOLUÇÃO CLARA	necessidade de oferecer a flexibilidade sem que falte clareza nas soluções ofertadas	desejo de ter liberdade sem deixar de perceber as vantagens de se comprar uma casa pré-fabricada pronta	buscar o equilíbrio na oferta de personalização da casa / liberdade sem perder a agilidade do processo industrial
MEIOS DE COMUNICAÇÃO EMPRESA X USUÁRIO	17 MANUAL DE APOIO AO USUÁRIO	fornecer um material com as opções de projeto de ampliações / manual de conservação da casa	maior controle e entendimento da casa - mais liberdade para exercitar a flexibilidade permanente	evitar a dependência da empresa - possibilidade de profissionais terceiros entenderem o funcionamento da casa
	18 FERRAMENTA DE CUSTOMIZAÇÃO ACESSÍVEL AO USUÁRIO	Ferramenta de customização que integre o usuário ao processo de projeto. Se possível através do website da empresa	Percebe o processo de personalização de forma atrativa, simples e eficaz. Pode conhecer o produto e ter mais segurança para procurar a empresa	deve ser claro e simples para que seja eficiente - atrativo e real / necessita de um investimento em tecnologia pela empresa - além dos projetos em si.

Quadro 4 – Relação das recomendações (voltadas para a indústria) para a oferta de personalização de uma casa pré-fabricada em madeira – parte 2

Partindo do princípio de que se está tratando de casas pré-fabricadas, produzidas em um sistema construtivo que já tem a flexibilidade como um diferencial, enfatiza-se que ela está diretamente vinculada à concepção de projeto, considerando seus objetivos e o perfil de seu público alvo. Neste sentido, na produção de casas pré-fabricadas faz-se necessário muito mais tempo na fase de projeto. As diversas possibilidades de manipulação de volumes, de arranjos espaciais, de adição, subtração e adição de cômodos e manipulação de subcomponentes devem ser consideradas em uma matriz, que se desmembra em uma variação de soluções sem comprometer a ideia original. Esta flexibilidade é a chamada planejada, isto é, pode ser controlada e elaborada pela própria empresa na fase de projeto, sendo as soluções oferecidas como alternativas de escolha para o usuário.

É importante que se integre todo o processo de produção à concepção de projeto, assim como ao serviço oferecido. Características do conceito de customização em massa têm sua origem em estratégias de negócios, entretanto está cada vez mais sendo usado na construção seriada, como apartamentos e casas pré-fabricadas.

Interpretando os quadros 3 e 4, com indicadores do uso da flexibilidade como facilitador no processo de personalização, pode-se

perceber que existe uma total integração entre os meios facilitadores para o processo de personalização, como por exemplo: a capacidade de adaptação do projeto em diversos terrenos e orientações solares (3) está associado a capacidade evolutiva da casa (7), uma vez que para ocorra uma ampliação da edificação deve ser previsto para que lado do terreno torna-se possível que ocorra na prática. Oferecer opções de layouts e diferentes programas de necessidades (4) está também totalmente vinculado às futuras ampliações da casa e à possibilidade de se construir em etapas, isto é, a capacidade evolutiva (7). A capacidade evolutiva de uma casa (7) somente é possível quando consideradas a altura da edificação – para ampliações internas – e a preparação da estrutura da casa (a;b). Vincula-se também ao posicionamento estratégico das instalações elétricas e hidráulicas (9), assim como a localização das aberturas (10). Neste mesmo sentido está a indicações de oferecer espaços multifuncionais (8), que para funcionar de maneira eficiente as instalações (9) e as aberturas (10) devem ser consideradas de maneira que se adaptem às diversas funções. Utilizar mobiliários móveis, ao invés de fixos (13), também proporciona um espaço que pode absorver mais funções (8), assim como trabalhar com uma planta mais livre (5), com divisórias móveis, ou até o próprio mobiliário para definir as funções.

Um modelo de casa pode atingir um alto grau de flexibilidade e, conseqüentemente, de alternativas de personalização. Neste sentido cabe ressaltar que a empresa deve buscar priorizar as ofertas de personalização da casa, e avaliar quais ofertas realmente agregam mais valor ao produto, indo de encontro com as necessidades e o perfil dos usuários de cada mercado. Envolve considerar a produção, os fornecedores externos, a montagem da habitação, a necessidade maior de controle de qualidade, etc.

Um projeto flexível é o que possibilita um maior nível de intervenções nele, gerando, naturalmente, acréscimo de custos, uma vez que terá que contemplar a adaptação a diversas situações. Entretanto este acréscimo de valor é inicial, em longo prazo, será absorvido, uma vez que o espaço flexível irá se adaptar de forma mais eficiente às mudanças que ocorrerem ao longo da vida útil da edificação, sendo menor o número de reformas e os custos relacionados às adaptações para suprir as futuras necessidades de novos usos. Como aponta Schneider e Till (2006), desenhar uma casa direcionada a somente um tipo de usuário, em um momento específico

de vida, reflete uma maneira de pensar que está baseada em um curto prazo econômico.

CAPÍTULO 06: CONSIDERAÇÕES FINAIS

No sentido de melhorar o produto oferecido pelas empresas de casas pré-fabricadas, tornando-as mais atrativas para o usuário, sem perder as características positivas que envolvem um sistema industrial, deve ser considerada uma série de aspectos. Este trabalho se propôs a explorar os benefícios da flexibilidade como ferramenta facilitadora no exercício de personalização de uma casa.

Particularmente, na situação estudada – casas com projetos prontos –, o aperfeiçoamento da necessidade de participação do futuro morador torna-se ainda mais importante. Personalizar um projeto não é somente uma alternativa de diferenciação de mercado, é uma forma de aproximação do usuário, sendo uma maneira de oferecer liberdade de escolha para se chegar à solução mais próxima do ideal.

Essencialmente, o interessado em uma casa pré-fabricada é atraído, acima de tudo, pela agilidade do processo todo e pelo controle e previsibilidade de custos. Em alguns casos, a sustentabilidade e o processo construtivo 'inovador' são as principais variáveis. Entretanto, em todos os casos, em se tratando da habitação, o futuro morador quer personalizar e se identificar com seu espaço.

Conforme foi apresentado e analisado neste trabalho, o cenário atual demonstra que a pré-fabricação de casas de madeira é uma tendência mundial. No Brasil se percebe a existência de uma crescente iniciativa relacionada à pré-fabricação de casas de madeira como a boa alternativa para construção industrializada, porém construir no sistema plataforma em madeira ainda é cercado por desconhecimento.

A proposta foi colaborar para a evolução deste conhecimento e, sendo assim, aos poucos minimizar as lacunas presentes. Entretanto, esta ação depende de diversas áreas, envolvendo o setor da construção industrial, o setor madeireiro, o aperfeiçoamento da mão de obra especializada, e principalmente a formação de profissionais de arquitetura capazes de oferecer projetos desta forma, com segurança.

O caminho não está em somente importar um sistema construtivo que já está consolidado em diversos países, como por exemplo, a conhecida “casa americana”. O setor deve ser ativo no objetivo de traduzir as características e oferecer um produto que mais se familiarize com a cultura local e com as necessidades reais das pessoas. Evoluindo neste sentido o usuário poderá se sentir cada vez mais atraído e confiante para efetuar suas escolhas.

Diante das constatações decorrentes da pesquisa, a idéia central foi estudar uma maneira de se construir industrialmente, com a participação do usuário. Aparentemente, a necessidade da personalização e exclusividade vai em direção contrária à da produção industrial da habitação. Como encontrar o equilíbrio neste processo, mantendo os benefícios presentes na produção seriada, confrontando-se com as aspirações dos usuários, foi o desafio proposto.

Observa-se uma necessidade de um maior esclarecimento no processo da participação do usuário na configuração da casa. O presente trabalho buscou dados para poder realizar uma análise deste processo. Constatou-se que existe um limite real na participação do arquiteto, que não é capaz de controlar e condicionar os usos de um espaço quando o usuário entra em ação. As recomendações realizadas nesta pesquisa buscam colaborar neste caminho.

Durante o trabalho, foi percebido que existem muitas pesquisas a respeito do tema, assim como recursos e diretrizes desenvolvidos para se atingir a flexibilidade em projetos. A presente pesquisa não teve como objetivo reinventar facilitadores para o uso da flexibilidade, mas sim buscar traduzi-los para o universo das casas pré-fabricadas, assim como sugerir adaptações direcionadas ao tema trabalhado.

Acredita-se que um fabricante que incorpore, em algum grau, os indicadores recomendados tenha a capacidade de oferecer um produto flexível e personalizável sem que seja excessivamente neutro e ausente de identidade.

Esta pesquisa busca trazer conceitos que abordem a liberdade de escolha do usuário e sua participação real, considerando os significados existentes na tipologia da casa. Um projeto flexível confere a liberdade de participação do usuário na construção do ambiente, oferecendo possibilidades para que valores individuais sejam atribuídos, especialmente durante o uso da habitação.

Neste caminho, reforço que a essencial reflexão que eu pretendo com esta dissertação está na necessidade da arquitetura acompanhar a evolução tecnológica e industrial, sem perder a sua verdadeira função. Em tempos onde a industrialização é uma realidade, a tendência consequente pode trazer uma 'dês-humanização' da arquitetura, sendo indispensável que se invista em maneiras que possibilitem uma coerência entre os avanços tecnológicos e industriais, e a essencial prática da arquitetura.

Investir na industrialização de habitações, sem ter sempre presente às necessidades básicas de uma pessoa em relação a um espaço construído, desencadeará em diversos exemplos de uma arquitetura sem fundamentos essenciais, sem vínculos e sem história. O espaço e os seres humanos vivem uma constante integração, uma vivência contínua, onde se influencia e se é influenciado. Neste processo se encontra a riqueza da atividade de projetar e, conforme foi percebido, atualmente cada vez mais os arquitetos projetam de forma distante do usuário.

Resgatar e refletir em torno da verdadeira função do arquiteto torna-se indispensável no cenário atual que caminha para grandes evoluções e para um empobrecimento em torno da compreensão da necessidade humana.

Decorrente da análise realizada nesta pesquisa, e como forma de oferecer contribuições para novos estudos, em pesquisas futuras seria interessante explorar a flexibilidade pelo lado do usuário, em seu uso permanente do espaço. Trabalhar em um experimento direcionado à flexibilidade permanente, que ocorre durante o uso do espaço. Observar uma amostra de casas pré-fabricadas durante o uso, por um período de tempo significativo para que ocorram as modificações. Perceber as ampliações, manifestações espontâneas e principalmente as transformações que vão de encontro com as propostas incorporadas ao projeto original. Verificar como a casa realmente se adapta às condições de flexibilidade oferecidas. A apropriação da flexibilidade pelo usuário poderia ser observada independente da empresa, na prática real de integração entre usuário e ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.762**: dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.217**: perfis de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para “drywall” – requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

ARCOWEB: **Steel Framing**: obra rápida e limpa. Disponível em: <http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/steel-framing-obra-rapida-18-01-2010/2010>). Acesso em: 18 de julho de 2012.

ARQUITETURA E CONTRUÇÃO. **Pré-fabricada de madeira, por que não?** Prêt – à – Porter chic. Ed. Abril. Janeiro de 2008.

BARTH, Fernando; VEFAGO, Luiz H. **Tecnologia de fachadas pré-fabricadas**. Local: Florianópolis. Ed. Letras Contemporâneas. 2007.

BATISTA, Fábio Domingos. **A tecnologia construtiva em Madeira na região de Curitiba**: da casa tradicional á contemporânea. Dissertação (Mestrado em arquitetura) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

BLU HOMES: Disponível em: <http://www.bluhomes.com/configurator/> Acesso em: 24 de novembro de 2011.

BOKLOK. Disponível em <http://www.boklok.com/> Acesso em: 20 de julho de 2012.

BRANDÃO, Douglas Queiroz. **Personalização do produto habitacional: Novas demandas e respostas das tecnologias de construção**. 2002.

BRANDÃO, D. Q. **Habitação Social Evolutiva: aspectos construtivos, diretrizes para projetos e proposição de arranjos espaciais flexíveis.** Manual técnico. Centro Federal de Educação Tecnológica de Mato Grosso – CEFETMT. Cuiabá. 2006.

BRANDÃO, Douglas Queiroz; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. **Estratégias de flexibilização de projetos residenciais iniciadas na década de 1990 no Brasil: tão-somente um recurso mercadológico?** Ambiente Construído. Porto Alegre, 2007.

BRANDÃO, Douglas Queiroz; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. **Formas de aplicação da flexibilidade arquitetônica em projetos de edifícios residenciais multifamiliares.** 2008.

BRANDÃO, Douglas Queiroz. **Disposições técnicas e diretrizes para projeto de habitações sociais evolutivas.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n.2, p. 73-96, abr./junho de 2011.

BRUAND, Yves. **Arquitetura Contemporânea no Brasil.** Ed. Perspectiva. 2010.

BRUNA, Paulo J. V. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento.** Ed. Perspectiva. 2002.

BRUYNE, Poul de; HERMAN, Jacques; SCHOUTHEETE, Marc de. **Dinâmica da pesquisa em Ciências Sociais.** Ed. Francisco Alves. 1977.

BUTTON, Alain de. **Arquitetura da Felicidade.** Ed. Rocco. 2006.

CASTELLS, Eduardo. **Avaliação da aplicabilidade de programas para a qualidade de projeto na elaboração de projetos de edifícios residenciais e comerciais em altura.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

CÉSAR, S. F. **Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente: projeto conceitual.** Tese (Doutorado em

Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

COLOMBO, Luciana Fornari. **A Casa Núcleo de Mies van der Rohe: um Projeto Teórico sobre a Habitação Essencial**. VITRUVIUS 130.03 / março 2011. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/> Acesso em: 20 de julho de 2012.

DIAS, Gustavo Lacerda; SANTOS, Alteviro Castro dos; SZÜCS, Carlos Alberto. **O sistema plataforma para construção de moradias de interesse social**. Congresso brasileiro sobre habitação social – ciência e tecnologia. 2003.

DURAN, Sergi Costa. **Casas Pré-fabricadas**. Ed. Evergreen. 2009.

ESPINDOLA, Luciana da Rosa. **Habitação de interesse social em madeira conforme os princípios de coordenação modular e conectividade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

ESPINDOLA, Luciana da Rosa; MORAES, Poliana Dias. **Sistemas abertos em madeira como propostas para habitações de interesse social**. XI EBRAEM. Julho de 2008.

FABPREFAB: MODERNIST PREFAB DWELLINGS: Disponível em: <http://fabprefab.com/> Acesso em: 15 de novembro de 2011.

FILHO, Nestor Goulart Reis. **Quadro da Arquitetura no Brasil**. Ed. Perspectiva. 2010.

FINKELSTEIN, Cristiane Wainberg. **Flexibilidade na arquitetura residencial: um estudo sobre o conceito e sua aplicação**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Universidade federal do Rio Grande do Sul – PROPAR. Porto Alegre, 2009

FRUTOS, Juan Diego, BORENSTEIN, Denis. **Um Modelo Orientado para a Integração entre Clientes e Empresas Construtoras em um Ambiente de Customização de Massa**. 2001.

GAUZIN-MÜLLER, Dominique. Le Bois dans La construcion. Ed. Le Moniteur. 1990.

GIEM: **Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira**: Disponível em: <http://www.giem.ufsc.br/> último acesso em: 20 de julho de 2011.

HABITARE: Disponível em: <http://www.habitare.infohab.org.br/> Acesso em: 28 de novembro de 2010.

HERTZBERG, Herman. **Lições de arquitetura**. Local: São Paulo. Ed. Martin Fontes. 2006.

KRAMBECK, Thais Inês. **Revisão do sistema construtivo em madeira de floresta plantada para habitação popular**. Dissertação (Mestrado em arquitetura) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.

LIVING HOMES: Disponível em: <http://www.livinghomes.net/custom/> Acesso em: 25 de novembro de 2011.

LP SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS: Disponível em: <http://www.lpbrasil.com.br/> Acesso em: 23 de junho de 2012.

MARMORL RADZINER: Disponível em: <http://marmolradnizerprefab.com/> Acesso em 25 de junho de 2012.

MEIRELLES, Célia Regina M., DINIS, Henrique, SANT'ANNA, Silvio Stefanini, et al. **A viabilidade das construções leves em madeira no Brasil**. VIII Seminário Internacional de Lares. São Paulo. 2008.

MELLO, Roberto Lecomte. **Projetar em madeira: uma nova abordagem**. Dissertação (Mestrado em arquitetura) Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

METHOD HOMES: Disponível em <http://methodhomes.net/> último acesso em: 23 de novembro de 2011.

MOLINA, Julio Cesar; JUNIOR, Carlito Calil. **Sistema construtivo em wood-frame para casas de madeira**. Revista Semina: Ciências Exatas e Tecnologias, Londrina, V. 31, n. 2, p. 143 – 156, jul./dez. 2010.

MOORE, Gary T. **Estudos de comportamento Ambiental**. Ed. Campus. 1984.

MOORE, Charles; ALLEN, Gerald; LYNDON, Donlyn. **La casa: forma y diseño**. Ed.GG. 1974.

MOMA: **HOME DELIVERY**: fabricating the modern dwelling: Disponível em: <http://www.momahomedelivery.org/> Acesso em 25 de junho de 2012.

NAHMENS, Isabelina. **Mass customization strategies and their relationship to lean**. 2007.

PLETZ, Everaldo. **Madeira e Meio Ambiente**: dilema da construção civil. Guia Técnico Referência 2010, p. 64-68. Fevereiro de 2010.

PREFABHOMES HISTORY: disponível em: [http://www.housing.com/prefab-homes/history-prefabricated home.com/](http://www.housing.com/prefab-homes/history-prefabricated-home.com/) Acesso em: 25 de julho de 2012.

REFERENCIA. **Casas de alto padrão e tecnologia de ponta**. Revista Referência. P.34 – 55, nº 77. Março de 2008.

REVISTA DA MADEIRA. ARTIGO: **Certificação**. Revista da Madeira, Nº110. Janeiro de 2008. Disponível em: <http://www.remade.com.br/> Acesso em: 10 de novembro de 2011.

REVISTA DA MADEIRA. ARTIGO: **Construção civil impulsiona indústria da madeira; Moradias**. Revista da Madeira, Nº 126. Fev. 2011. Disponível em: <http://www.remade.com.br/> Acesso em: 28 de setembro de 2011.

REVISTA TECHNE: Popular com tecnologia. Disponível em: <http://revistatechne.com.br/engenharia-civil/59/> Acesso em: 05 de outubro de 2011.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da construção**. Ed. USP. 1980.

SCHNEIDER, Tatjana; TILL, Jeremy. **Flexible Housing: opportunities and limits**. Cambridge University Press. 2005.

SERRADOR, Marcos Eduardo. **Sustentabilidade em arquitetura: Referências para projeto**. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) Universidade de São Paulo – Escola de engenharia de São Carlos. 2008.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia de pesquisa e elaboração da dissertação**. Florianópolis. 2005.

SLAVID, Ruth. **Casas de madeira**. Local: Barcelona. Ed. Blume. 2006

SMITH, Elizabeth A. T. **Case Study Houses 1945 – 1966**: El impulso californiano. Ed. Taschen. 2006.

SNYDER, James C; CATANESE, Antony. **Introdução a arquitetura**. Cap. 3.

SOUZA, Anna Freitas Portela. **A sustentabilidade no uso da madeira de floresta plantada na construção civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

SZUCS, Carolina Palermo (Coord.). Sistema Stella-UFSC: **Avaliação e desenvolvimento de sistema construtivo em madeira de reflorestamento voltado para programas de habitação social**. Relatório final de pesquisa. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.

TECHNE; ALVARENGA; CALMON: **casa popular com estrutura de aço leve 2000**. Disponível em:
http://www.ufsm.br/decc/ECC8058/Downloads/Casa_Popular_com_Sistema_Estrutural_Light_Steel_Framing_Techne_n_115_2006.pdf/
Acesso em: 20 de julho de 2012.

TECVERDE – WOOD FRAME - TECNOLOGIA VERDE. QUALIDADE DE VIDA. Curitiba-PR, 2011. Disponível em: [http:// www.tecverde.com.br/](http://www.tecverde.com.br/) Acesso em: 27 set. 2011.

TEREZO, Rodrigo Figueiredo. **Tecnologia e Qualidade para Produtos em Pinus voltadas ao Mercado da Construção Civil**. Palestra realizada no 3º Congresso Internacional do Pinus. 17 – 18 de novembro, Lages. 2011.

TONELLO, Kelly Cristina; COTTA, Michele Karina; ALVES, Ricardo Ribeiro; RIBEIRO, Carmelita de F. Amaral; POLLI, Henrique Quero. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. **O desenvolvimento do setor florestal brasileiro**. Revista da madeira. Nº 112. Abril. 2008. Disponível em: <http://www.remade.com.br/> Acesso em: 10 de novembro de 2011.

TRAMONTANO, Marcelo. **Tendências contemporâneas metropolitanas**. 1993.

TREE HOUSE: Disponível em: <http://www.treehouse.pt/> Acesso em: 24 de novembro de 2011.

VAZ, Stéphanie Mendes. **Avaliação técnica e econômica de casas pré-fabricadas em madeira maciça**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Universidade do Porto, Portugal. 2008.

VELLOSO, J. G. **Diretrizes para construções em madeira no Sistema Plataforma**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

WOODWORKS: Disponível em: <http://www.wood-works.org/> Acesso em: 28 de novembro de 2011.